MANUAL DO ASTRÔNOMO AMADOR

JEAN NICOLINI

2.ª EDIÇÃO
revista e ampliada

papirus

Êste manual, de fácil compreensão, proporciona uma série de informações práticas e um Guia para a observação do céu, juntamente com detalhes fascinantes dos processos físicos que atuam no Universo.

A primeira parte descreve as diversas formas para a observação do céu e seus movimentos com o auxílio de equipamentos ópticos dos mais simples aos instrumentos mais avançados, desenvolvendo minuciosamente suas técnicas e funcionamento.

Na segunda parte, o autor dedica-se a demostrar como construir um telescópio dentro dos mais diferentes processos.

Na terceira e última parte, toda a técnica de observação é detalhadamente descrita, dentro de todas as suas fases. A observação de todos os corpos celestes, a escolha dos instrumentos, anotações, e identificações de Cometas e Planetas.

Em resumo, um trabalho de alto nível, elaborado por um devotado observador, que a muitos anos dedica-se ao estudo da Astronomia.

Jean Nicolini é natural da cidade de São Paulo. (1922).
Seu interesse pela Astronomia surgiu bem cedo através de leituras e observações Astronômicas.
Foi fundador em 1948 do Observatório do Capricórnio no qual exerce a função de Secretário Geral.
Recebeu em 1963 o Prêmio George Bidault de L'Isle da SAF - Societé Astronomique de France.
Atualmente tem seu trabalho voltado para a pesquisa solar.

MANUAL DO ASTRÔNOMO AMADOR

JEAN NICOLINI

MANUAL DO ASTRÔNOMO AMADOR

Revisão Técnica: Orlando Rodrigues Ferreira
Capa: Francis Rodrigues
Composição: Linotipadora Relâmpago Ltda.

Equipe Editorial
Coordenação: Beatriz Marchesini
Liliane Moreira Santos
Copidesque: Rosana Horio Monteiro
Revisão: Regina Ferreira de Castilho, Vera Luciana Morandim,
Vilma A. Albino

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Nicolini, Jean, 1922-1991.

Manual do astrônomo amador / Jean Nicolini ; revisão técnica Orlando Rodrigues Ferreira. — 2. ed. rev. e ampl. — Campinas, SP : Papirus, 1991. — (Coleção universus ; v. 4)

Bibliografia.

1. Astronomia — Manuais I. Ferreira, Orlando Rodrigues. II. Título. III. Série.

91-1336 CDD-520

Índice para catálogo sistemático:

1. Astronomia 520

ISBN 85-308-0167-9

DIREITOS RESERVADOS PARA A LÍNGUA PORTUGUESA:

© M. R. Cornacchia & Cia. Ltda.

PAPIRUS

Matriz — Fone: (0192) 31-3500/31-3534
Cx. Postal 736 — CEP 13001 — Campinas
Filial — Fone: (011) 570-2877 — São Paulo
Brasil

Proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio de impressão, em forma idêntica, resumida ou modificada, em língua portuguesa ou qualquer outro idioma

SUMÁRIO

PREFÁCIO 7

A DIVULGAÇÃO DA ASTRONOMIA E O PAPEL DO ASTRÔNOMO AMADOR 9

POR QUE UM MANUAL DE ASTRONOMIA? 15

Parte I

1 — ASTRONOMIA: O QUE SIGNIFICA? 19

2 — COMO DAR OS PRIMEIROS PASSOS 21

3 — O CÉU A OLHO NU 23

4 — UM AUXILIAR NA OBSERVAÇÃO DO CÉU: O BINÓCULO 79

5 — A LUNETA ASTRONÔMICA E COMO ELA FUNCIONA 85

6 — ÓPTICA INSTRUMENTAL 89

7 — A EXPERIÊNCIA ACONSELHA 105

8 — O TELESCÓPIO 115

9 — COMO O TELESCÓPIO FUNCIONA 121

10 — O EQUATORIAL: APRENDENDO A ORIENTÁ-LO . 127

Parte II

1 — QUANDO O INSTRUMENTO É CONSTRUÍDO PELO AMADOR 133

Parte III

1 — O USO DO TELESCÓPIO — O QUE SE PODE FAZER COM ELE 157

2 — A OBSERVAÇÃO DA LUA 183

3 — A OBSERVAÇÃO DO SOL 211

4 — OS PLANETAS E (QUANDO ACESSÍVEIS) SEU ESTUDO 265

5 — OS PLANETAS DISTANTES 285

6 — OS PLANETAS REMOTOS 305

7 — METEOROS E COMETAS: ASTROS EFÊMEROS ... 309

8 — AS ESTRELAS VARIÁVEIS E A SUA OBSERVAÇÃO 323

9 — O CÉU E A FOTOGRAFIA 337

10 — ÚLTIMAS PALAVRAS 349

11 — QUADRO DAS 88 CONSTELAÇÕES ATUALMENTE ADMITIDAS, SEGUNDO O ATLAS DA UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL (1930) 353

BIBLIOGRAFIA 357

GLOSSÁRIO 361

INFORMAÇÕES ÚTEIS AOS INTERESSADOS EM ASTRONOMIA 381

PREFÁCIO

Persistência, continuidade e disciplina conduzem, não raro, a bom porto. E na área a que diz respeito o presente trabalho parecem-me fundamentais.

Georges Viscardy, notável astrônomo francês, diz em seu monumental *Atlas-guide de la Lune,* referindo-se às dificuldades que teve em sua vida de contemplador do céu: "Mais de meio século dedicado ao culto de Urânia e quarenta anos de perpétuos sacrifícios consagrados à divulgação da Ciência do Céu, vivendo no isolamento mais completo, eternamente em meio à incompreensão local mais absoluta, sem jamais haver recebido apoio ou subvenção de qualquer espécie". Como Viscardy, Jean Nicolini teve a grandeza de não fraquejar. Fundando o seu Observatório do Caprircórnio, em São Paulo, em 15 de outubro de 1948, iniciou uma saga que continua até agora, em Campinas, para onde levou suas tralhas, submetendo-se à encampação do seu observatório pela municipalidade.

Amador de astronomia dos mais capazes conquistou os louros da notoriedade ao receber a medalha *Georges Bidault de l'Isle,* da Sociedade Astronômica de França por seus trabalhos sobre Marte. Hoje é tido como o mais dedicado especialista em heliografia, e suas pesquisas já atingem meio século, consubstanciadas em observações diárias do Sol.

O longo e profícuo trabalho epistolar de Nicolini cobre todo o Brasil há mais de quatro décadas: nenhum amador ou curioso da astronomia que lhe escreva deixa de receber a segura orientação de um amador que se tornou profissional por seu conhecimento, pelos cargos que tem ocupado e pela projeção que conseguiu no panorama astronômico nacional.

Conheço Nicolini desde os primeiros e difíceis dias do velho Capricórnio, quando fabricava seus próprios instrumentos, até os dias de hoje em que maneja com extraordinária competência os mais sofisticados aparelhos da astronomia. Estivemos juntos durante cerca de duas décadas, unidos pelo ideal comum, e sempre recebi seus ensinamentos e sua orientação. É um homem admirável que, além dos conhecimentos de sua especialidade, dispõe de uma sólida cultura geográfica, histórica e sobretudo helenística.

É ainda Viscardy que declara: "O dinheiro importa menos que o fogo sagrado; bem feliz é aquele que, no ocaso da vida, realiza o sonho de sua juventude".

Jean Nicolini realizou este sonho.

RUBENS DE AZEVEDO
Coordenador do Observatório
Oto de Alencar — UECE —
(Fortaleza, CE)
Universidade Estadual do Ceará

A DIVULGAÇÃO DA ASTRONOMIA E O PAPEL DO ASTRÔNOMO AMADOR

Razoavelmente bem aceita, a publicação de nosso manual relativo a uma atividade não muito difundida no Brasil, mas bastante comum em não poucos países avançados, abriu, no nosso entender, perspectivas que deverão resultar em benefícios para sua área e, graças aos seus reflexos, aspectos culturais e educacionais, na coletividade em geral.

Na presente edição, procurou-se eliminar, ou pelo menos reduzir, a maioria dos senões, falhas e carências apresentados na primeira. Foram introduzidos aspectos mais práticos, mais "experimentais". Substituiu-se, por exemplo, a seqüência de mapas estelares por outros contendo maiores dados e elementos, via de regra importantes para o observador contumaz do céu, tornando-os mais utilizáveis. Não nos foi, entretanto, possível incluir — pelo menos por ora — detalhes mais técnicos referentes à fotografia astronômica, às particularidades instrumentais de certos equipamentos atualmente em uso e que começam a ser empregados no Brasil. Embora de forma incompleta, o texto viu-se melhorado devendo atender, pelo menos em parte, àqueles que, assumindo um compromisso, utilizam seus instrumentos na observação racional do céu.

A publicação do presente trabalho antecipou, por ocasião de sua primeira edição (1985/1986), entre outros, como aliás previsto e men-

cionado na apresentação desta última, dois eventos astronômicos importantíssimos: o retorno do cometa de Halley e a "grande oposição", a última do século, do planeta Marte. Nessas ocasiões, confirmando o que vinha sendo observado em eventos de menor impacto, constatou-se, à margem da crucial expectativa, misto de euforia e temor, manifestada pelo grande público que, numerosíssimo, afluiu às estações astronômicas de Campinas, Americana e Itapira — únicos "observatórios municipais" do País — quão reduzida se encontra a informação de nosso povo acerca dos mais elementares conhecimentos pertinentes ao nosso mundo e à posição que ocupa no Universo. O fato é constrangedor, já que evidencia o divórcio e o verdadeiro abismo que nos separa — não das primeiras nações do globo, já que este é quase incomensurável... — mas de países vizinhos, que não obstante lutarem com problemas tão complexos quanto os nossos, são, no que respeita à cultura astronômica, muito mais avançados. A título de simples referência, cite-se o Uruguai, que está comemorando *um século da implantação da ciência do céu nas suas escolas* enquanto nós, no Brasil, há mais de 60 anos, muito "sabiamente", banímo-lo das nossas!...

Tal estado de coisas, por sinal deprimente, deu oportunidade a que pensássemos numa solução. Se, como parece lógico, não está próximo o dia em que a astronomia (ou cosmografia) volte a ser matéria não opcional mas obrigatória, tal como o estudo de línguas, nas escolas, digamos do 2.º grau (de nossa parte ela já o seria, mesmo que como simples "Introdução", no 1.º grau; tal número de crianças que não o completam...), uma maneira bastante razoável de contornar essa deficiência demonstrada *ad nauseam* pelo nosso ensino, seria proporcionar a participação mais direta e algo mais aproveitada de astrônomos amadores reconhecidamente competentes. Ao falar de "astrônomos amadores", referimo-nos, evidentemente, àqueles que *utilizam* seus instrumentos e participam *efetivamente* de programas observacionais, da divulgação junto ao público em observatórios municipais, planetários etc. Prova de que isso é plenamente possível, e sobretudo realizável, é o que ocorre com os observatórios municipais de Campinas, Americana e Itapira. Seus responsáveis não são titulados, mas a extensa experiência com a observação, não raro particularizada de determinados objetos celestes (Sol, Lua, os planetas Júpiter, Marte e Vênus, entre outros),

equipamentos e montagens de instrumentos astronômicos, o hábito de falar em público, a participação em congressos nacionais e internacionais etc, têm compensado largamente essa "deficiência", como vem sendo demonstrado há longos anos.

Ora, com base na longa experiência que temos da questão, sabemos que há inúmeros outros em diversas regiões do país (São Paulo, Curitiba, Florianópolis, Santa Maria, Belo Horizonte, Recife, Fortaleza, para só citar algumas capitais e grandes cidades) que poderiam também responder por outros mais, não menos eficientes e suficientemente habilitados para, como elementos de ligação entre os níveis superiores, universitários, e o grande público, as escolas, veicular boa parte daquilo que a ciência do céu tem para proporcionar.

Se, em não poucos países avançados o grau de escolaridade permitiu a eclosão de valores em maior escala, não se deve esquecer que figuras proeminentes da área que nos diz respeito não se sentiram diminuídos em suas imagens quando, através de livros, artigos, publicações que marcaram época e de freqüentes palestras que ficaram na memória, imprimiram um ritmo de certo modo responsável pela eclosão de futuros grandes nomes no cenário astronômico desses países. Entre eles, só para citar um nome, por sinal verdadeira eminência na área que nos interessa, bastaria para justificar o que dizemos: Harlow Shapley, então diretor do *Harward College Observatory*, e uma das maiores personalidades da astronomia estelar e galática da primeira metade deste século. Para tanto, basta reportar-se ao que escreveu, prefaciando a conhecidíssima obra, verdadeira "Bíblia" do não-profissional, e que todo amador digno desse nome conhece bem: o famoso ATM (*Amateur telescope making*), editado por *Albert G. Ingalls*, editor do *Scientific American*, a não menos célebre publicação americana. E comportamento semelhante verificou-se igualmente em não poucos outros países.

No Brasil, infelizmente e salvo raras exceções, isso não tem se verificado. Não fossem nomes como os dos professores Luiz Eduardo da Silva Machado (Valongo-UFRJ) e Ronaldo Rogério de Freitas Mourão (ON) Observatório Nacional, ninguém, absolutamente ninguém, tentou alterar esse estado de coisas a fim de melhorar, elevar o nível

cultural do grande público. Pelol contrário, os não-profissionais vinham sendo considerados como simples "curiosos", esquecendo-se que na maioria dos casos — note-se — esses mesmos "curiosos" veiculavam boa parte das noções, dos informes que a eles, profissionais, cabia levar ao conhecimento do grande público. Isso ocorreu em São Paulo durante bom número de anos quando da ocorrência de um sem número de fenômenos astronômicos. Para tanto, basta folhear os jornais da época (1950/1970).

Felizmente para nossa astronomia, tal estado negativo vem apresentando sensíveis melhoras. Entretanto, para que haja recuperação total, faz-se indispensável não só melhor compreensão por parte daqueles que se encontram no topo da "hierarquia astronômica", daqueles que têm a seu cargo programas de pesquisa de alto nível, mas sobretudo maior conscientização, maior empenho e responsabilidade daqueles que, não sendo profissionais, mas atuando por amor e dedicação à arte, empenham-se em participar, mesmo com parcelas mínimas, na grande tarefa de conhecer o universo. Para tanto, estes últimos precisam promover encontros, seminários mais freqüentes, regionais e nacionais, a fim de avaliarem em profundidade suas possibilidades reais e dinamizar o potencial e — sobretudo — o papel que lhes cabe como "intérpretes" dos grandes eventos cósmicos junto aos modestos professores e seus alunos, ou mesmo ao grande público, ao homem da rua. Necessário se faz aprofundar seus conhecimentos técnicos relativos aos instrumentos, suas particularidades ópticas e mecânicas, restringir em superfície mas não na profundidade as áreas de trabalho a que se dedicam, reunir racionalmente os resultados obtidos, discuti-los em reuniões de trabalho, submetê-los quando oportuno à análise, de maneira a poder contribuir real e efetivamente de maneira eficiente, embora modestamente, para possibilitar uma evolução em todos os sentidos.

Esta é, pois, a finalidade do presente trabalho em prol da arregimentação daqueles que, em número certamente restrito, observam e estudam o céu e não o olham por "passatempo". O papel que lhes está reservado, se bem avaliado, é de proporcionar, a médio prazo, sensível melhoria, benéfico efeito no nível cultural e educacional da comunidade em que este ou aquele operarem, mediante seus equipamentos

próprios ou daqueles compreensivelmente proporcionados por uma municipalidade esclarecida, uma instituição de ensino empreendedora, ou ainda por uma plêiade de espíritos cultos e de largos horizontes mentais. Só assim — repetimos — a evolução almejada por todo homem amante do progresso, poderá ter lugar em nosso país.

Discernimento e um pouco de boa vontade são os primeiros passos. É o que ocorreu em Campinas, Americana e Itapira; e está em vias de ocorrer em Vinhedo e Serra Negra. Caso de perguntar-se: Não poderia o mesmo acontecer em outros lugares do Brasil?...

Outrossim, aproveitamos a oportunidade para agradecer aqueles que nos ampararam com suas sugestões, com suas críticas sempre oportunas e construtivas, em particular ao Pe. Jorge Polman, grande propulsor da astronomia no estado de Pernambuco, prematuramente falecido em 1987, e ao Clube de astronomia de Brasília, Distrito Federal, sugestões e críticas essas que muito nos auxiliaram na elaboração desta nova edição do presente trabalho.

POR QUE UM MANUAL DE ASTRONOMIA?

Tentemos justificá-lo. Já se disse que a Astronomia, sem dúvida a mais antiga das ciências, tem, entre as ciências consideradas exatas, um lugar de destaque. Isso se explica pelo fato de tratar de objetos que não se encontram ao nosso alcance imediato. Esses objetos constituem parte do *habitat* humano, a Terra. O fato de eles pertencerem ao conjunto dos elementos do nosso planeta constitui as preocupações, as mais variadas para o espírito humano, que de todas as formas passou a inquirir sobre o assunto, desde que sua percepção permitiu-lhe distinguir-se dos animais irracionais.

De um modo ou de outro, esse interesse, essa curiosidade, continuam evidentes. Até hoje, o céu, a noite, os corpos celestes continuam preocupando a inteligência humana. Direta ou indiretamente, estamos profundamente associados ao céu. Fazemos parte dele. Apesar de nossos problemas cotidianos, sempre há um espaço para que os acontecimentos celestes encontrem repercussão. Claro, o interesse por tal matéria varia de indivíduo para indivíduo, mas devemos admitir que basta ter lugar um evento aparentemente anormal, para que a irrefreável curiosidade humana se veja presa da necessidade de saber e conhecer algumas particularidades. Caso típico disso é o que foi proporcionado pelo recente retorno do cometa Halley.

Mas... não antecipemos

O conhecimento do céu deveu-se à *Óptica*. Não fosse ela, ainda estaríamos muito provavelmente às voltas com elucubrações carentes de base, geocêntricas. Ela permitiu ter contato com os mundos que, como a Terra, gravitam próximos ou distantes. Mais ainda. Forneceu-nos — e ainda fornece — os elementos oriundos dos mais distantes vazios do espaço. Tudo o que se realizou desde então decorre da análise que ela, a *Óptica*, efetua no espectro eletromagnético. Assim, alguma coisa, o fundamental, dessa notável área que é a *Óptica,* precisava ver-se incluída num trabalho cuja finalidade precípua é de proporcionar ao amador de astronomia os elementos básicos e orientadores. Falar, em nosso meio, onde o telescópio, a luneta, os próprios rudimentos de cosmografia são praticamente desconhecidos; falar, dizíamos nós, da observação da Lua, do Sol, deste ou daquele planeta, das estrelas e demais corpos celestes, sem dar a conhecer, pelo menos em suas grandes linhas, dos meios utilizados para fazê-lo, não seria de bom senso uma vez que, na sua esmagadora maioria, o interessado encontra-se despreparado para os primeiros passos. Tivemos o ensejo de constatar tal estado de coisas inúmeras vezes desde que nos vimos associados à ciência do céu, coisa que vem ocorrendo desde os meados da década de 40. Quase que sempre, raramente através de um colega pouco mais experiente, o interessado encontra-se só na tentativa de empreender qualquer passo que vise a observação do céu! Inúmeras desistências decorrem da falta de conhecimento de avaliação ou posse de conhecimentos básicos.

O presente manual reúne a base desses elementos. Antes de abrir caminho à observação, esboça os meios para realizá-la. Fez-se o possível para que tal exposição fosse a mais acessível. Não se recorreu a formulações matemáticas e as poucas expressões dessa ordem não alteram tal posicionamento. Primeiro passo, sobretudo para aqueles que, mais numerosos, desejam saber como se iniciar experimentalmente, o presente manual deverá atender parcela ponderável de interessados que, não tendo acesso aos grandes manuais estrangeiros, por sinal numerosos e mais completos, têm encontrado as maiores dificuldades, os maiores obstáculos para a realização de seus anseios.

O autor agradecerá toda consulta ou crítica que lhe for endereçada assim como sugestões que visem o enriquecimento do texto.

Jean Nicolini

Parte I

1

ASTRONOMIA: O QUE SIGNIFICA?

A Astronomia é a ciência do céu e o céu é tudo que existe, é o espaço incomensurável que envolve tudo, é o conjunto de estrelas cada uma delas um sol; é o sistema planetário, é Júpiter, Saturno, Marte, Vênus, é enfim nosso planeta, a Terra, que como os demais, gravita isolada no espaço.

Parte da criação, parte ínfima, mas de extrema importância para o homem, é a Terra integrante do conjunto de aspectos abarcados pela Astronomia. Ocupando-nos do céu, ocupamo-nos com a realidade absoluta da própria Terra, com suas estações, seus climas; conhecemos as origens do calendário, o porquê da noite e do dia, dos meses e dos anos, do presente e do passado assim como do futuro do nosso planeta e por extensão da própria humanidade. Ciência do tempo e do espaço, a Astronomia abarca tanto as origens como os extremos limites do futuro. É a ciência do infinito e da eternidade.

A Astronomia tem por fim fazer-nos conhecer o Universo onde nos encontramos e do qual fazemos parte.

Esse conhecimento foi gradativamente conseguido através dos séculos. Foi necessário que o homem evoluísse e que desenvolvesse sua inteligência e sua percepção para, então, atraído ou mesmo abis-

mado pelos grandes fenômenos cósmicos, iniciasse a longa caminhada que resultou, como hoje sabemos, no sem números de conhecimentos.

Entretanto, apesar de vivermos em meio a inúmeras conquistas, sobretudo técnicas, muito do que foi pacientemente estudado através dos diversos períodos experimentados pela civilização continua ignorado pelo grande público e, paradoxalmente, por grande parte daqueles que, por não poucas razões, sentem-se atraídos pelo grande espetáculo que é o céu.

Esta, pois, a razão do presente trabalho, destinado que é a fornecer algumas noções práticas, experimentais, àquele que, à margem de suas atividades cotidianas — ou mesmo por causa delas —, pretenda avaliar melhor o que ocorre no grande espaço do qual nosso planeta faz parte.

Trata-se de um manual de informações que deverão orientar o interessado, que, de um modo objetivo, experimental provavelmente, se propuser a conhecer algumas dessas particularidades que caracterizam a observação dos corpos celestes.

COMO DAR OS PRIMEIROS PASSOS

Antes de mais nada, deve-se estabelecer um contato com os fenômenos dos astros. Para tanto, o céu estrelado oferece tal possibilidade. Há que se conhecer o alinhavado proporcionado pelas estrelas, alinhavado que, desde a mais remota antigüidade, recebeu o nome de *constelações,* ou, de modo mais sofisticado, *asterismos.* E, como em meio a tais constelações existem estrelas que se destacam pelo brilho, deve-se procurar saber se as mesmas possuem nomes. Constatando que esta é *Sirius,* aquela é *Vega,* aquela outra *Canopus,* trataremos de fazer um inventário das mais importantes. Por outro lado, certos astros, não se comportando como as demais estrelas, ficaremos sabendo que se trata de *planetas* que, semelhantes à Terra (um planeta também), gravitam ao redor de uma estrela, nosso Sol. Uma observação cuidadosa irá demonstrar que eles não participam de maneira idêntica ao deslocamento regular da grande maioria das estrelas. Pelo contrário, algumas noites, ou mesmo alguns meses, são suficientes para mostrar que caminham num sentido, parecem retornar, e voltam a seguir a marcha anterior.

Dar os primeiros passos é aprender a distinguir os astros e não confundi-los com os fenômenos atmosféricos ou, melhor ainda, com as espaçonaves criadas pela tecnologia humana, inclusive luzes de

aviões, a fim de, inadvertidamente, atribuir-lhes a ocorrência a origens extra-terrestres.

Mais ainda, é iniciar-se através da utilização dos binóculos, dirigindo-os para os inúmeros objetos existentes no céu, como os aglomerados estelares, a nebulosa de *Órion,* e outros. Depois é explorar os recursos aparentemente inexistentes da pequena luneta, freqüentemente à venda. Mais tarde é saber como posicionar um instrumento mais importante, um "equatorial". Não raro, o interessado tenta os primeiros passos através de instrumento já possante, um telescópio de 200 mm. O campo de prospecção torna-se, então, gigantesco e, não raro, impraticável, já que ocorre a falta de experiência, de tarimba adquiridas seguramente (mas nem sempre devidamente bem avaliadas) através de modestos meios ópticos.

Aparentemente insuficientes, a pequena luneta, o minúsculo refrator, marcos iniciais das primeiras alegrias de todos os astrônomos, são eles superiores aos defeituosos instrumentos dos tempos de *Galileu,* que, como sabemos, abriu caminho às inúmeras descobertas que caracterizam a ciência do céu.

3

O CÉU A OLHO NU

É inegável que a observação do céu a olho desarmado nos permite ter uma idéia de conjunto indispensável para servir de ponto de partida na longa caminhada que aguarda o interessado. É ela indispensável para permitir o reconhecimento das constelações. É de seu exame que irá depender a avaliação racional das delimitações dessas regiões celestes e compreender as leis dos movimentos do Sol, da Lua, da própria Terra e compará-los com a aparente fixidez das estrelas. É no conhecimento destas últimas que surge a diferenciação revelada pelo brilho delas, conhecida que é por "variabilidade" e que constitui, note-se, importante setor observacional.

As constelações

A identificação do alinhavado da constelação será mais bem determinada mediante o uso de uma *carta celeste* ou um *planisfério celeste,* este último de forma circular que, mediante certos posicionamentos, indica com apreciável precisão a época do ano em que tais e tais constelações são evidentes. Neles encontram-se igualmente indicadas as horas sucessivas da noite, o que evidencia também o movimento majestoso do céu. O "Atlas Celeste" de *R.R.F. Mourão,* ou então o planis-

fério de *N. Perissinoto* e C. Murgel, da UAA (União de Amadores de Astronomia), são perfeitamente indicados.

Se, no hemisfério Norte, os principiantes têm a Pequena Ursa para determinar o pólo de rotação, nós, no Sul, temos que procurar localizar o *Cruzeiro do Sul,* a *Crux,* que muitos conhecem mas que inúmeros não sabem onde se encontra. Seu eixo maior, o vertical, quando bem a prumo, sobre o meridiano, aponta para o nosso pólo. No verão, é *Órion,* que domina a região zenital do céu, enquanto que seis meses depois, no inverno, cabe ao *Escorpião* ocupar as regiões imediatamente acima de nossas cabeças. A meio caminho, nas regiões zodiacais, assim chamadas por terem algumas de suas constelações nomes de animais (Touro, Câncer, Peixes), encontra-se a faixa por assim dizer reservada à marcha dos planetas, do Sol, da Lua.

O olho desarmado enxerga muitas estrelas mas não todas. Tem, portanto, limitações. O marco extremo é o que se convencionou chamar de 6.ª magnitude, quando muito de 6,5.ª. Pelo menos teoricamente, já que fatores adversos, de que falaremos adiante, reduzem essa possibilidade: Não raro, a 5.ª magnitude é mal discernida e nas grandes cidades é completamente inobservável. Por ocasião de condições muito boas de transparência atmosférica, em noites negras, há olhos que conseguem distinguir até 2.500 estrelas. Mas como esse número, embaralha-se de tal modo o conjunto que, como acenado, há que procurar o fio da meada. Como proceder?

É aqui que o planisfério passa a prestar bons serviços. Móvel como é, permite mediante rotação, cobrir e descobrir a região correspondente ao céu na data e hora aprazadas. Para tanto possui um setor descoberto, excêntrico e que estrategicamente situado corresponde ao aspecto do céu real. Certos planisférios dispõem de vários desses setores, correspondentes todos às diversas latitudes abarcadas pelo observador. Isso se explica porque o céu se mostra diferente à medida que o observador se desloca sobre a superfície da Terra. Para melhor entendimento dos elementos básicos da astronomia ver a obra *Fundamentos da astronomia,* desta mesma coleção. Não falaremos, porém, disso já que supomos sabidamente conhecidos os elementos básicos da Astronomia.

Seguindo as instruções normalmente existentes no planisfério, tem o interessado condições de situar e, destarte, identificar não poucos objetos celestes. Isso é normalmente feito no céu. Algum treino, várias sessões de observação, e será fácil acompanhar o deslocamento do céu. Mais ainda. Alternando as horas de observação, tarde da noite, pela madrugada, o amador irá constatando as variantes experimentadas pelo chamado firmamento, gigante relógio sideral. A maior ou menor evidência desta ou daquela constelação será mais bem compreendida, passo importante por sinal de sua caminhada.

Identificação das constelações

Em grandes linhas, identificar uma constelação é utilizar uma linha imaginária entre as estrelas que a constituem. Para tanto, basta que haja uma familiarização adequada. Antes de efetuá-la no próprio céu, procurar fazê-lo num mapa. Há mapas em que as constelações são apenas esboçadas, facilitando, portanto, a operação. Lembrando que os antigos criaram suas imagens através de concepções que o dia-a-dia oferecia, tente-se fazer o mesmo, utilizando primeiro as estrelas mais brilhantes da região observada e projetando as mais diversas formas geométricas. Com freqüência, quadriláteros, losangos ou triângulos são o que resulta de tais tentativas, por sinal instrutivas. Para facilitar as coisas, utilizem-se as áreas celestes onde ocorrem o que poderíamos chamar de "constelações fáceis", como *Órion,* no verão, ou o *Escorpião,* no inverno, ou *Cruzeiro do Sul.* Note-se, por exemplo, que neste último, uma eventual projeção de sua estrela principal, "alfa" *Crux,* ou *"estrela de Magalhães",* como é também conhecida, até o pólo propriamente dito, forma um notável triângulo se lhe associarmos outra reta partindo desse mesmo pólo até as proximidades de "alfa" *Centauro,* a célebre *Rigil Kentarus,* ou seja a estrela que se encontra mais próxima do Sol, e daí, pasando por "beta" *Centauro,* prolongando-se até o braço esquerdo da *Crux,* a "beta" do *Cruzeiro.* Até aí, temos uma imagem por assim dizer "fechada"; de maneira oposta, ou seja "aberta" é a tentativa de alinhavado que resultará se associarmos mediante retas *Achernar,* a bela estrela azulada, a "alfa" do *Erídano,* a "alfa" *Phenix,* e daí, em duas retas, para *Fomalhaut,* "alfa" *Peixe Austral,* e para *Diphda* a "beta" *Cetus,* a *Baleia.* Outro alinhamento, por sinal gigantesco é

associar *Aldebaran,* "alfa" *Touro* a "alfa" *do Cão Maior, Sirius,* a a mais brilhante do céu, passando pelo "grande trio", os "três reis magos", ou ainda as "três Marias". Em suma elementos de referência não faltam no céu para aquele que pretenda conhecê-lo, ponto de partida realmente válido para um aprendizado extremamente útil.

O Zodíaco

Não param aí, entretanto, os atrativos que essa triangulação pode oferecer. Fala-se muito do *Zodíaco,* caminho ou estrada percorrido pelo Sol, pela Lua, pelos planetas durante o período de um ano. É, pois, nessa larga faixa que engloba todo o céu, que os componentes do Sistema Solar ocupam em seus mais diversos posicionamentos. A *eclíptica* — nome associado aos eclipses — fica-lhe exatamente centrada. É nela que se projetam as doze mais célebres, ou pelo menos mais conhecidas constelações há milênios conhecidas, como o testemunha o célebre verso latino, devidamente traduzido:

"São elas: *Áries* (ou *Carneiro*), *Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Balança* (ou *Libra*), *Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário, Peixes*".

Segundo a teoria, o Sol deveria percorrer cada uma dessas constelações no período de um mês; entretanto teriam tais constelações que abranger cada uma delas 30°, ou seja 360 : 12, coisa que está longe de ter lugar. Inúmeros alinhavados podem ser feitos entre as principais estrelas dessas constelações zodiacais, as "casas do Sol", como por vezes as chamam, mas que são igualmente aquelas da Lua e de alguns planetas, com mais forte razão de alguns deles, os exteriores, pois não raro demoram-se numa delas por longo período de tempo. É, pois, ocasião para familiarizar-se com certas estrelas, de nomes célebres e pomposos, como *Antares,* a "alfa" do *Escorpião; Regulus,* do *Leão, Aldebaran,* do *Touro; Spica,* da *Virgem* etc.

A Via Láctea

A Via Láctea constitui o planejamento de aspecto leitoso (daí o nome) que serpenteia através do céu, irregularmente, em braços mais ou menos importantes, e que divide o céu em duas partes gigantescas.

Foi Galileu que, como sabemos, resolveu pela primeira vez através de seu modesto telescópio, a Via Láctea em estrelas. É nas suas mais diversas regiões que se encontram os inúmeros objetos que caracterizam o céu sideral: associações de estrelas, aglomerados, nebulosas, áreas brilhantes e sombrias. Um mapa celeste, sobretudo quando avançado, os indica às dezenas, ou mesmo às centenas. É, aliás, o mapa celeste que irá facilitar, quando do emprego de instrumento mais potente, o posicionamento em que se encontram e que poderão tornar-se os alvos preferidos quando ocorrer a disponibilidade, então, de um verdadeiro telescópio.

Mas, enquanto isso não ocorre, faça-se o reconhecimento do céu a olho nu, prática instrutiva e, como acenado, ideal para a orientação.

Céu e movimento

Enquanto isso, notou-se que o céu não é estático, fixo. A bem dizer de hora em hora, os panoramas siderais tendem a mudar de posição, arrastados que são pelo movimento irreversível da rotação diurna. Enquanto que no horizonte leste, no nascente, uma dada estrela, próxima ainda da linha que une o céu à terra, já não mais ali se encontra, tendo, pelo contrário, pronunciadamente se distanciado; a oeste por sua vez, aquela até então visível, não mais se acha, tendo sumido atrás de uma colina existente. Nas regiões polares, a *Crux,* então posicionada de pé, precipitou-se para o oeste, inclinando pronunciadamente o seu eixo maior, então vertical. É a contrapartida, inversa, da rotação da Terra ao redor de seu eixo, em 24 horas e, o que é constatado pelo deslocamento gradual das constelações, a própria translação anual ao redor do Sol.

Aliás, esse deslocamento gradual das constelações é de grande importância uma vez que oferece a única prova direta, evidente, da translação da Terra ao redor do Sol. Se o deslocamento do Leste para Oeste do céu evidencia a rotação do nosso planeta de Oeste para Leste, o avanço lento mas irreversível, amoroso porém irrefreável adiantamento, o nascer cada vez mais cedo dessas constelações constituem a prova evidente que nosso mundo não está fixo no espaço mas que gravita ao redor de nossa estrela, o Sol, em 365,25 dias, ou um ano. Enquanto que uma após a outra as constelações vão se erguendo a Leste, do lado

oposto, a Oeste, aquelas que as precederam desaparecem mais cedo atrás do horizonte à medida que o ano vai passando. Para verificar que o leitor anote o momento, a hora exata em que uma dada estrela de uma constelação surja a Leste. Se o fizer durante algumas noites seguidas, constatará que essa estrela, assim como a constelação, adiantar-se-á com relação à hora marcada em cerca de 4 minutos (mais exatamente, 3'56") *por dia*. Assim, em quatro semanas, ou um mês, o avanço será de duas horas (30 x 4 min. = 120 minutos) ou 24 horas num ano. Isso não teria maiores conseqüências já que no fim de cada ano, ou mais precisamente de setembro, tudo estaria na mesma. Ocorre, porém, que a Terra não gira sobre si em 24 horas exatas, mas sim em 23h56'54". Essa pequena diferença, aparentemente sem importância — menos de 4 minutos — tem reflexos sobre a marcação do tempo, o calendário, que como sabemos, experimentou adaptações, modificações as mais diversas.

Afora essa conseqüência, outra de não menor importância tem lugar muito embora só muito bem avaliada pelos astrônomos. É ela resultante do movimento oscilatório, em forma de cone (com uma abertura de 23° 27') que o eixo de rotação terrestre experimenta em decorrência da ação conjugada das atrações do Sol e da Lua e que requer cerca de 26 mil anos para se completar. Assim, e à semelhança de um pião que vai perdendo a força de rotação, o eixo imaginário da Terra vai varrendo um gigantesco círculo na esfera celeste e com isso apontando para diferentes pontos desta última no longo período de 267 séculos. Com isso, tem ele ocasião de apontar para estrelas de diferentes magnitudes. Atualmente, é para a "alfa" da Ursa Menor, a "Polar", como é conhecida, de 2.ª magn. visual, situada a cerca de 300 anos-luz. Isso com relação ao hemisfério Norte. Com respeito ao nosso, o Sul, essa primazia cabe à "Sigma" *Octantis,* de 5,5.ª magn. visual. Há 5 mil anos, a Polar do Norte era uma estrela da constelação do Dragão Thuban, e dentro de 12 mil anos será a vez de uma estrela de 1.ª magn., Vega, a "alfa" de Lira. A resultante desse movimento tem como conseqüência a gradual modificação dos aspectos do céu, ou mais precisamente das constelações, de suas disposições, de seus posicionamentos, uma vez que as estrelas, como sabemos, não sendo fixas mas com movimentos próprios, em direções as mais diversificadas, tendem a alterar,

a modificar os aspectos que para nossos ancestrais contribuíram para a elaboração dos mitos e das lendas que se encontram no princípio do conhecimento astronômico. Se, como é bom notar, varia a direção do eixo polar, do eixo de rotação da Terra, é evidente também que varia a posição do grande círculo que, perpendicularmente, a 90°, lhe fica situado, ou seja a Eclíptica, mais especificamente o Zodíaco. Com isso, as tradicionais constelações que caracterizam a "casa dos signos" tendem a ceder seu lugar a outras, pondo abaixo a suposta imutabilidade dos céus, base das concepções que deram lugar à astrologia. Descoberta por Hiparco (*Hiparchos*) no século II antes de nossa era, a precessão dos equinócios, como é denominado esse lentíssimo, porém extremamente importante fenômeno, vai alterando os panoramas celestes. Dessa forma, e à medida que os anos, as décadas, os séculos, os milênios vão passando, vai ele contribuindo para as transformações dos panoramas que nos envolvem. Daí a razão de ocorrerem periódicas correções nas posições das estrelas, dos objetos celestes que os mapas, os atlas estelares apresentam (Equinócios de 1950, 1975, 2000...). Daí a necessidade experimentada pelo observador do *deep sky*, do céu profundo, de levar em conta quando da consulta de documentos algo antigo ao equinócio ao qual estes se referem. Embora muito lento, o período relativamente curto de apenas 25 anos é suficiente para ocasionar variações de posicionamento de um objeto celeste tanto em AR (ascensão reta) como em D (declinação). A decantada imutabilidade dos céus, a bem dizer, só tem validade para períodos curtos, uma vida humana quando muito...

É um verdadeiro "relógio sideral" que se tem à disposição, bastando pois ao observador familiarizar-se com isso para ter a qualquer hora, quais gigantescos ponteiros, o tempo cósmico. Certas constelações, sobretudo aquelas circumpolares, como a *Crux*, muitos constituem verdadeiros "ponteiros", o que não terá, por certo, escapado à observação de não poucos. Principalmente daqueles que vivem longe das grandes cidades, no campo, ou pelos marinheiros, no mar.

Mapas estelares

As constelações e seus objetos mais interessantes acessíveis ao pequeno telescópio, a um bom binóculo ou, em certos casos, até ao olho desarmado

Se, na primeira edição da presente obra, utilizamos certo tipo de mapa, na presente recorremos a uma disposição mais objetiva, mais moderna, calcada nos sistemas utilizados por quase todas as grandes associações astronômicas.* De pronto o interessado verificará uma melhoria que irá facilitar a identificação deste ou daquele objeto, já que o posicionamento viu-se aperfeiçoado e, o que não deixa de ser vantagem, inclui-se, pelo aumento da magnitude estelar limite (7.ª), maior número de objetos siderais acessíveis.

Os mapas incluem todo o céu estrelado visível e — como mencionado — até as estrelas de 7.ª magnitude, a fim de permitir gradual acesso a não poucas particularidades exigidas pelos meios ópticos utilizados. Como não poderia deixar de ser, como demonstração de um "regionalismo" compreensível, partimos de nosso Pólo Austral, do Pólo Sul, que embora não dispondo de uma "Polar" tão brilhante como a "alfa" Polaris das regiões setentrionais, e de não ter nas suas imediatas proximidades nenhum objeto espetacular (exceção feita para a existência de umas 40 "variáveis"...) é, entretanto, um ponto referencial digno de nota já que nele acha-se centrada a extremidade austral do eixo imaginário da Terra, e com isso o começo de nossa exploração sideral.

Esta última abarca a representação das 88 constelações oficialmente reconhecidas pela UAI (União Astronômica Internacional) partindo

---

* Para tanto, optou-se por aqueles elaborados pela SAF (*Société Astronomique de France*), quando da constituição do famoso grupo de observadores que participaram do importante programa da *Revue des Constellations* iniciado em 1953 e no qual, por vários anos, tomaram parte, em sua grande maioria, astrônomos amadores destacados dos dois hemisférios. Cerca de 20 observadores, alguns deles famosos (Texéreau, de Vaucouleurs, Gautier, Verseau, Hamilton...) participaram do empreendimento (para o qual cheguei a ser convidado, declinando, porém, do mesmo em decorrência da instabilidade climática da região de São Paulo) utilizando instrumentos de vários tipos e aberturas ópticas tais como binóculos, refratores de curto f/D e convencionais, refletores de até 300 mm, entre outros.

Trata-se, por conseguinte, de documentos obtidos por observadores experimentados e que abrangem e incluem praticamente todos os objetos siderais acessíveis à totalidade de instrumentos habitualmente utilizados pela grande maioria dos observadores do céu.

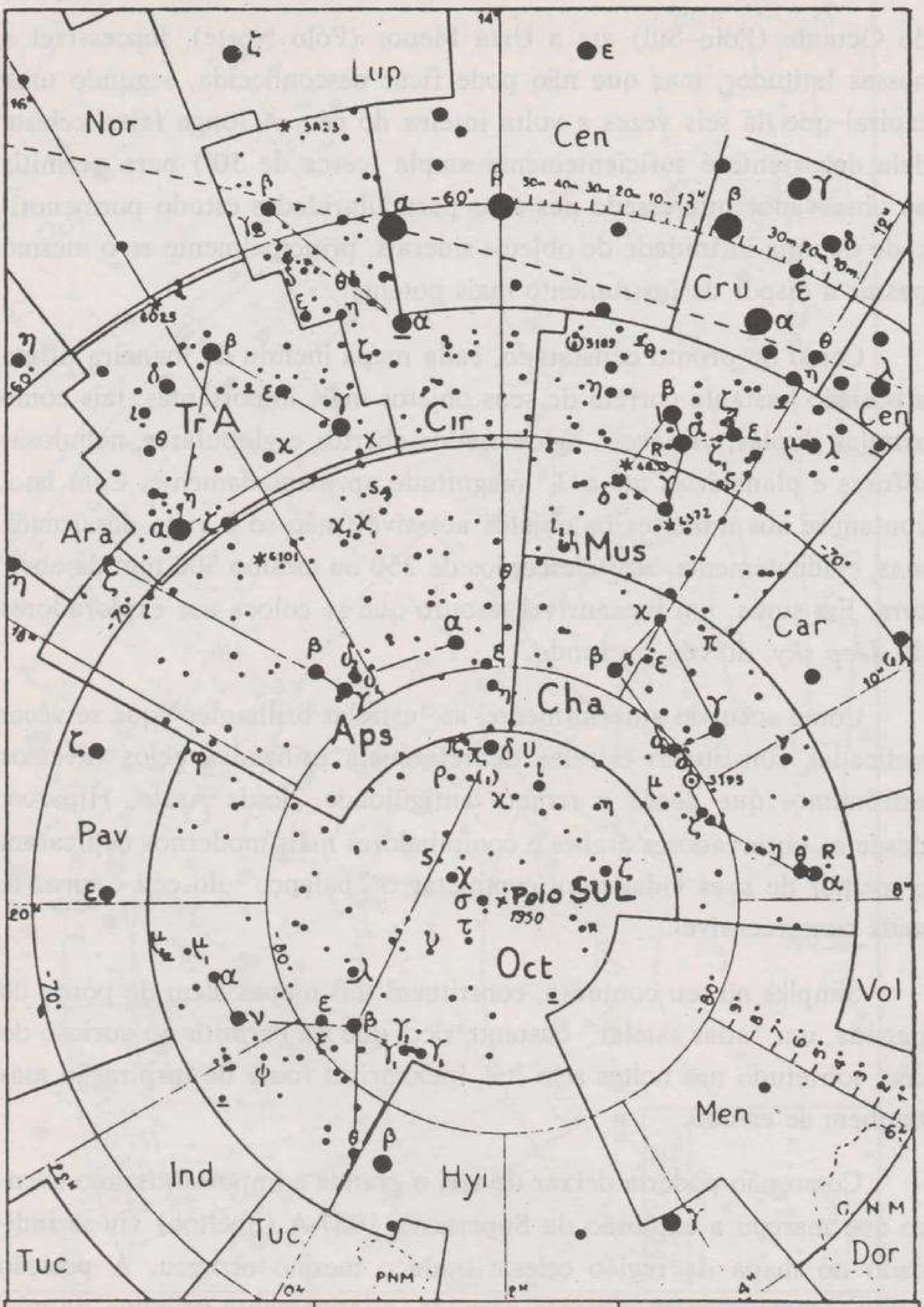
do Octante (Pólo Sul) até a Ursa Menor (Pólo Norte), inacessível a nossas latitudes, mas que não pode ficar desconhecida, segundo uma espiral que dá seis vezes a volta inteira do céu. A longa faixa celeste dela decorrente é suficientemente ampla (cerca de 30°) para permitir ao observador interessado nas suas particularidades estudo pormenorizado de uma infinidade de objetos siderais, principalmente se o mesmo passar a dispor de instrumento mais potente.

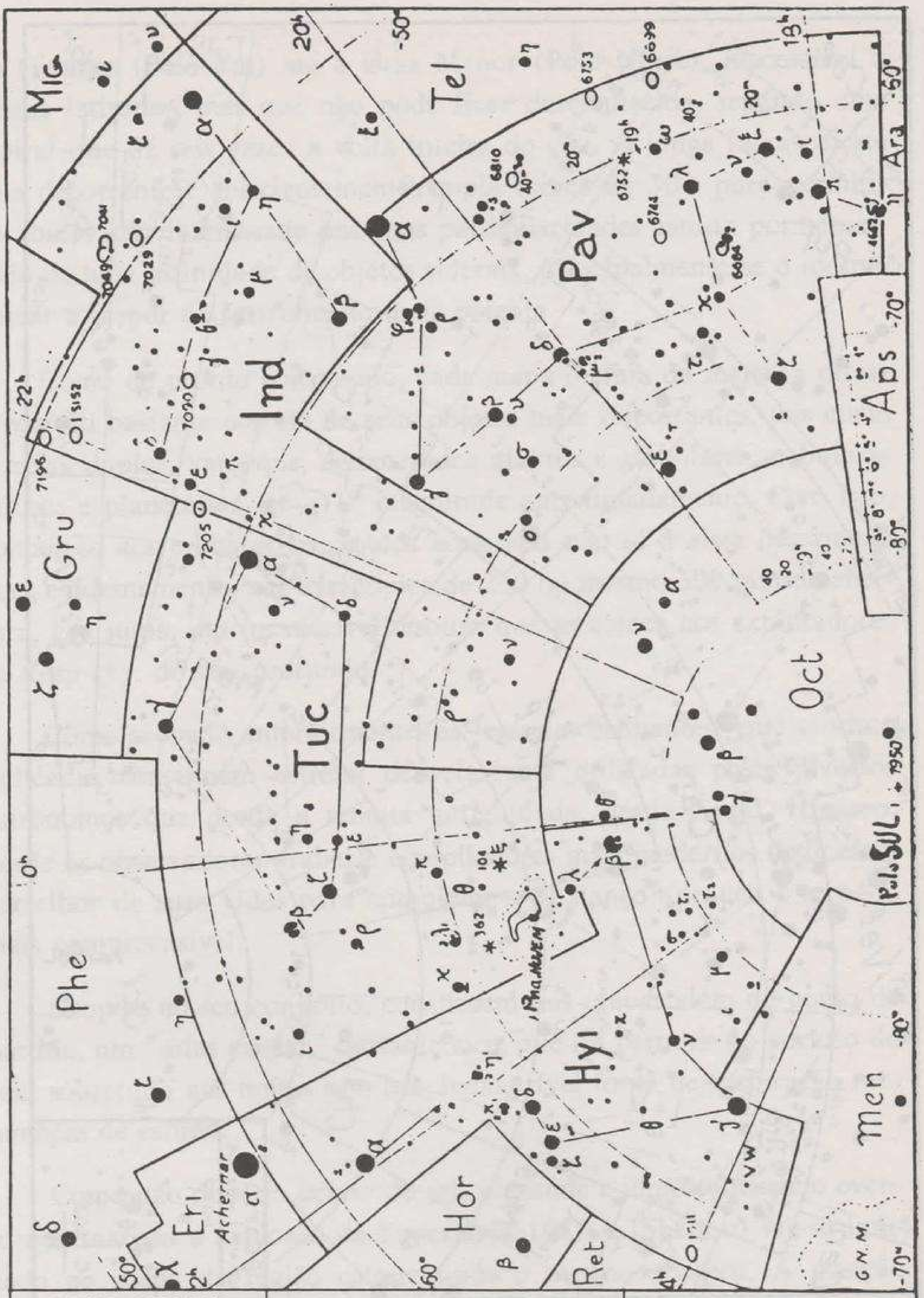
Como de pronto constatado, cada mapa incluiu de maneira direta a posição bastante correta de seus objetos mais importantes, tais como estrelas duplas, variáveis, aglomerados abertos e globulares, nebulosas difusas e planetárias até a 7.ª magnitude aproximadamente. Com isso, contam-se aos milhares os objetos acessíveis não só à vista desarmada mas, evidentemente, aos telescópios de 250 ou mesmo 300 mm de abertura. Em suma, um inexaurível tesouro que se coloca aos exploradores do *deep sky*, do céu profundo.

Como acenado anteriormente, as "estrelas brilhantes" que se vêem indicadas constituem estrelas de referência utilizadas pelos diversos astrônomos que desde a remota antigüidade, desde Arato, Hiparco, desde os observadores árabes e compiladores mais modernos dedicaram o melhor de suas vidas para completar o "balanço" do céu e torná-lo mais compreensível.

Simples no seu conjunto, constituem tais mapas além de ponto de partida, um "atlas estelar" bastante rico, que irá permitir ao curioso do céu, sobretudo nas noites sem lua, inexaurível fonte de inspiração mas também de estudo.

Como não poderia deixar de ser, o grande e importantíssimo evento que marcou a explosão da Supernova 1987-A (Shelton) viu-se indicado no mapa da região celeste onde o mesmo ocorreu. A posição desse incomum acontecimento cósmico, relativamente próximo de nós, já que teve lugar nas "vizinhanças" da Grande Nuvem de Magalhães (GNM), corresponde mais ou menos à região celeste onde o mesmo teve lugar, de maneira a permitir sua observação por parte daqueles que dispõem de aberturas ópticas competitivas.


Lup
Nor
Cen
Cru
TrA
Cir
Ara
Mus
Cha
Aps
Car
Pav
Oct
Vol
Men
Ind
Tuc
Hyi
Dor
Polo SUL
1950
MAGNIT. APROXIMS. P/
0 1 2 3 4 5 6 7
ESTRELAS
ESTRELA DUPLA
ESTRELA VARIAVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
(N.os NGC)
Aglomerado Aberto
ou Globular
Nebulosa Planetária
ou Difusa
EQUADOR GALATICO
Cha.Mus.Cir.
TrA.Ans.Oct.
1



MAGNIT. APROXIMS.

0 1 2 3 4 5 6 7

ESTRELAS

DUPLA

VARIÁVEL

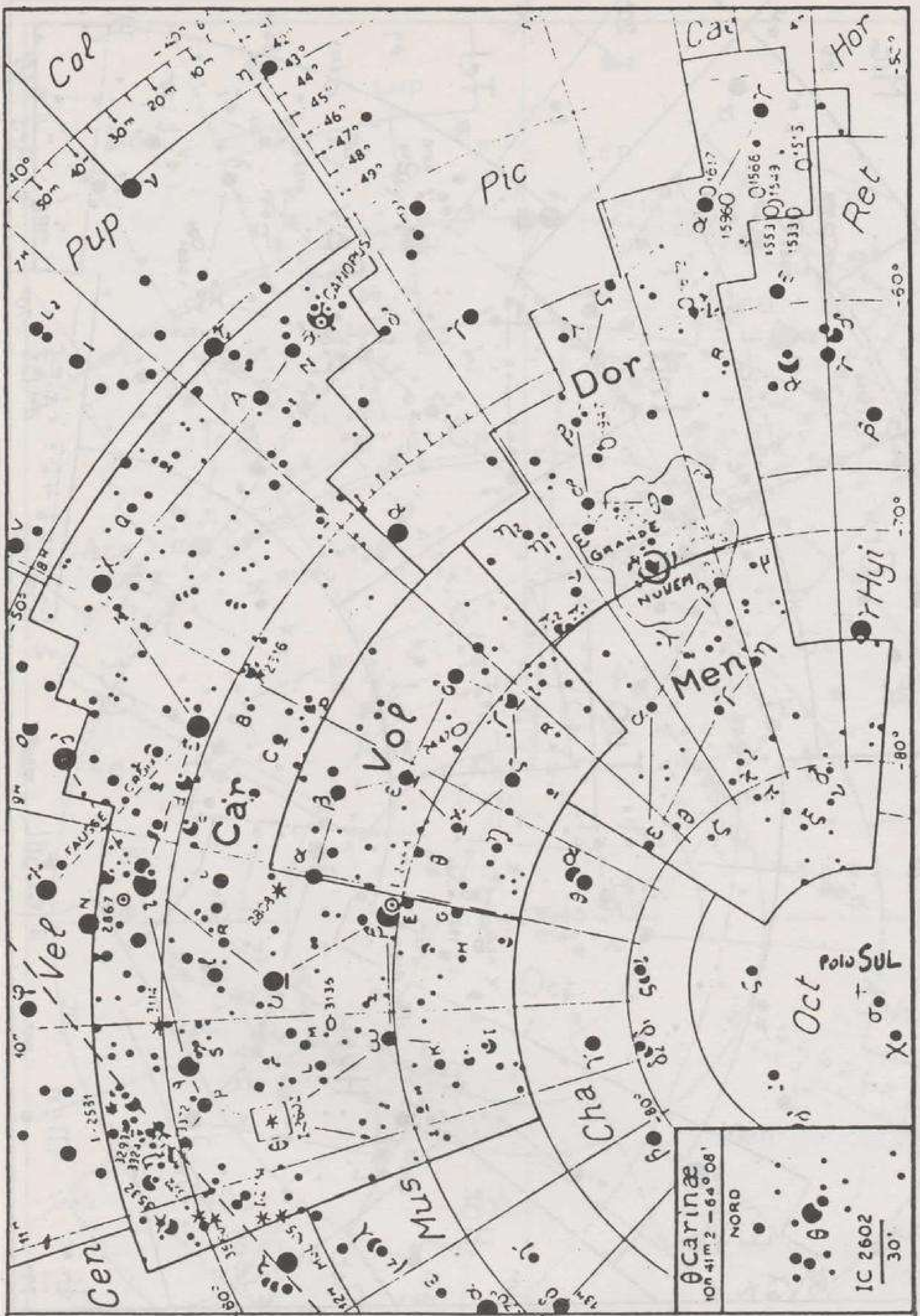
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
(N.º NGC ou IC)

* 104 = Aglom. Aberto ou Globular

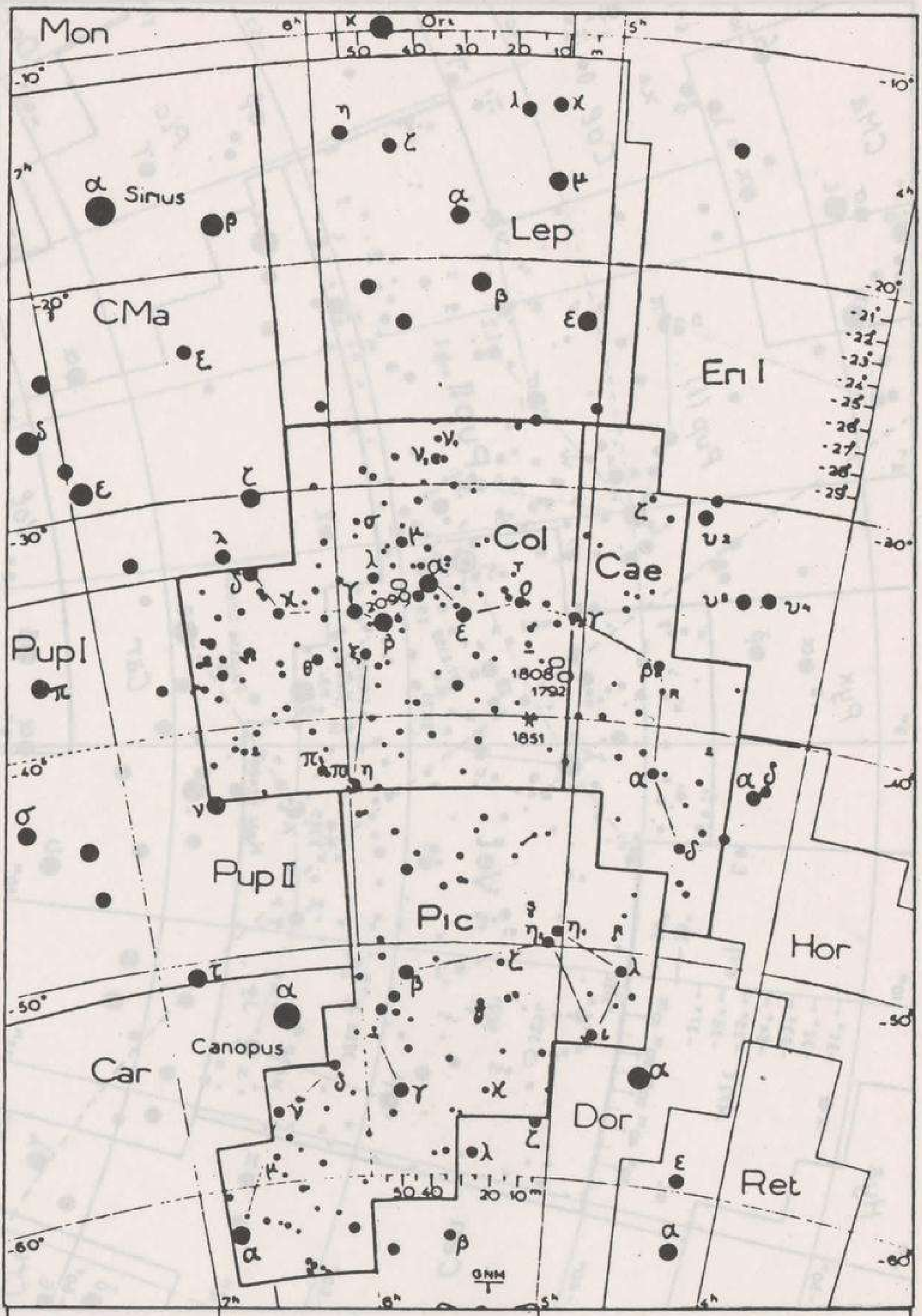
O 7205 = Neb. Extragalática

ISOFOTAS DA MASSA PRINCIPAL E DAS PARTES INTERNAS DA PEQUENA NUVEM

Hyi-Tuc-Ind-Pav | 2

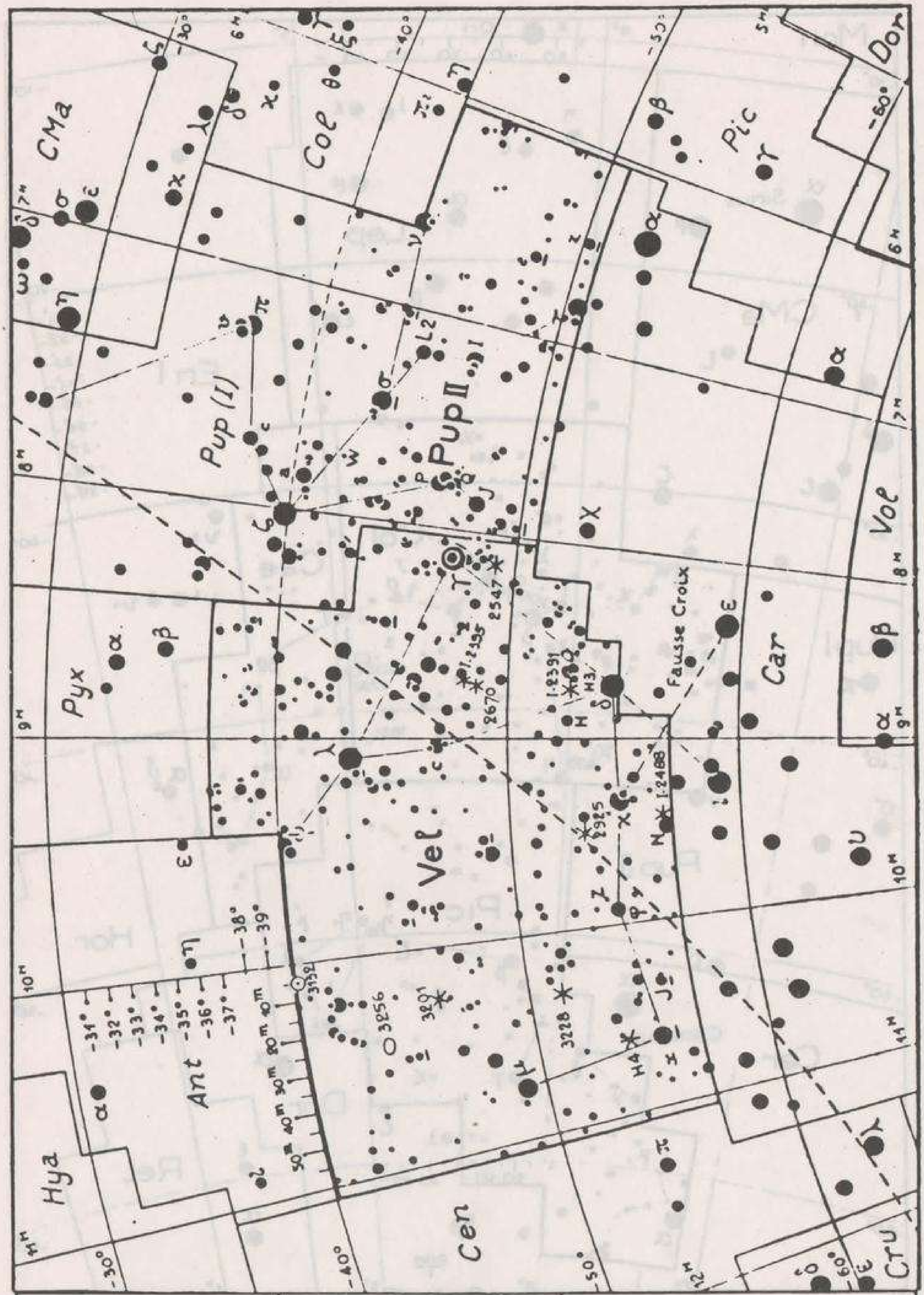


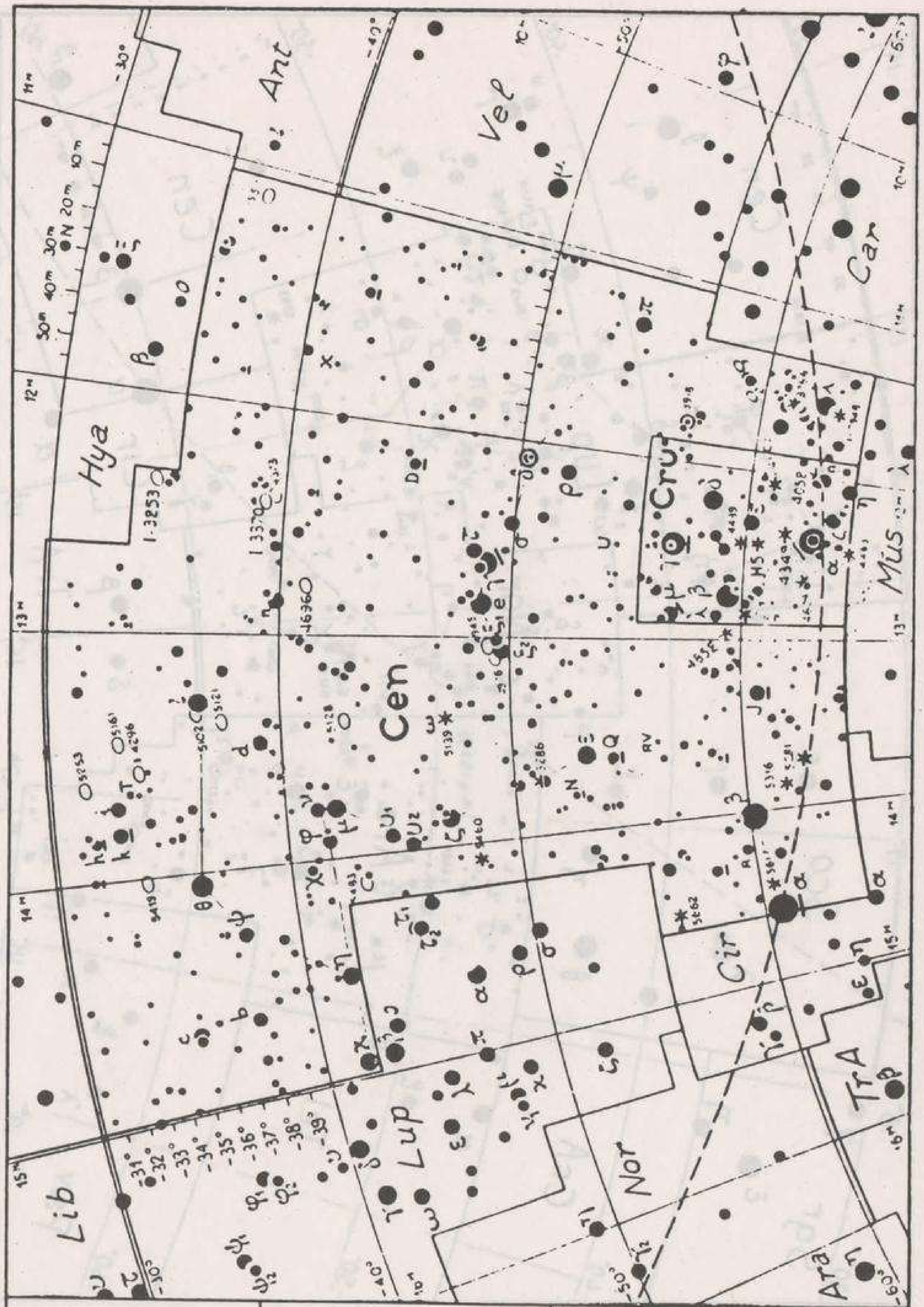
NB: As setas indicam a posição aproximada da Supernova 1987-A na Grande Nuvem de Magalhães.

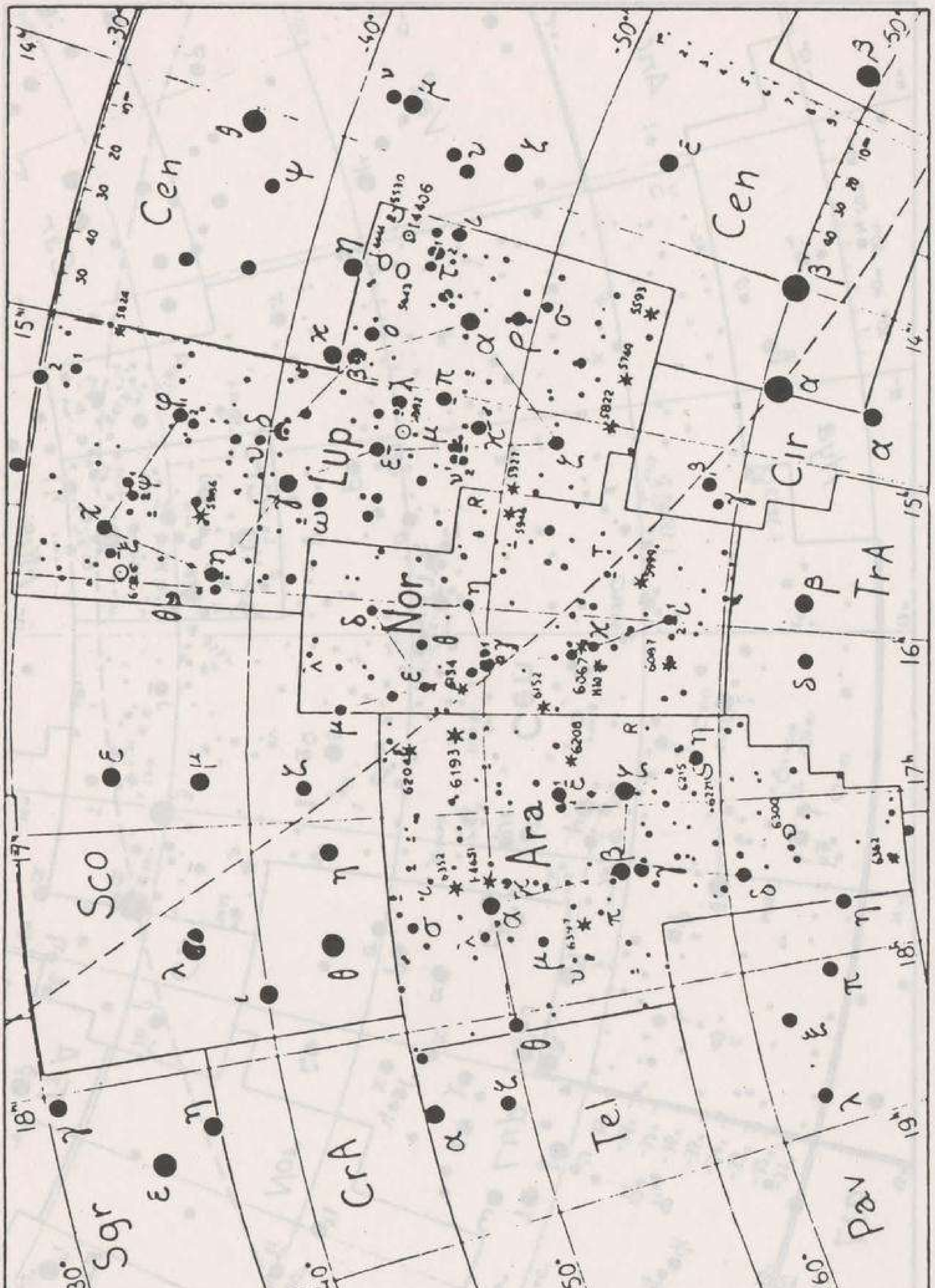


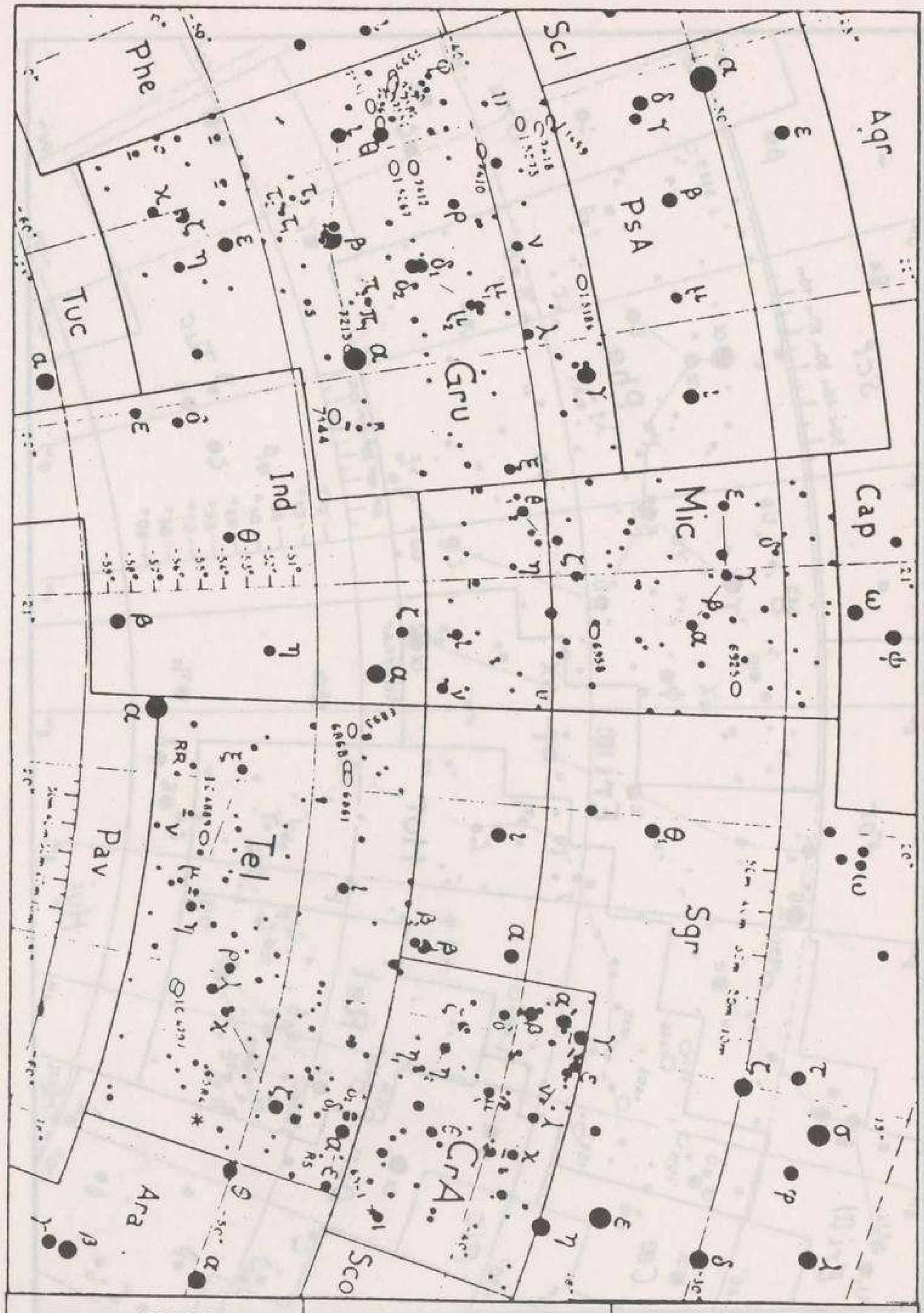
ESTRELAS		AGLOMERADOS E NEBULOSAS		MAGNITUDES APROXIMADAS
●	DUPLA	✱1851	Aglom. Aberto ou Globular (N.º NGC)	-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
•R	VARIÁVEL	○1792	Nebulosa Extra Galático (N.º NGC)	

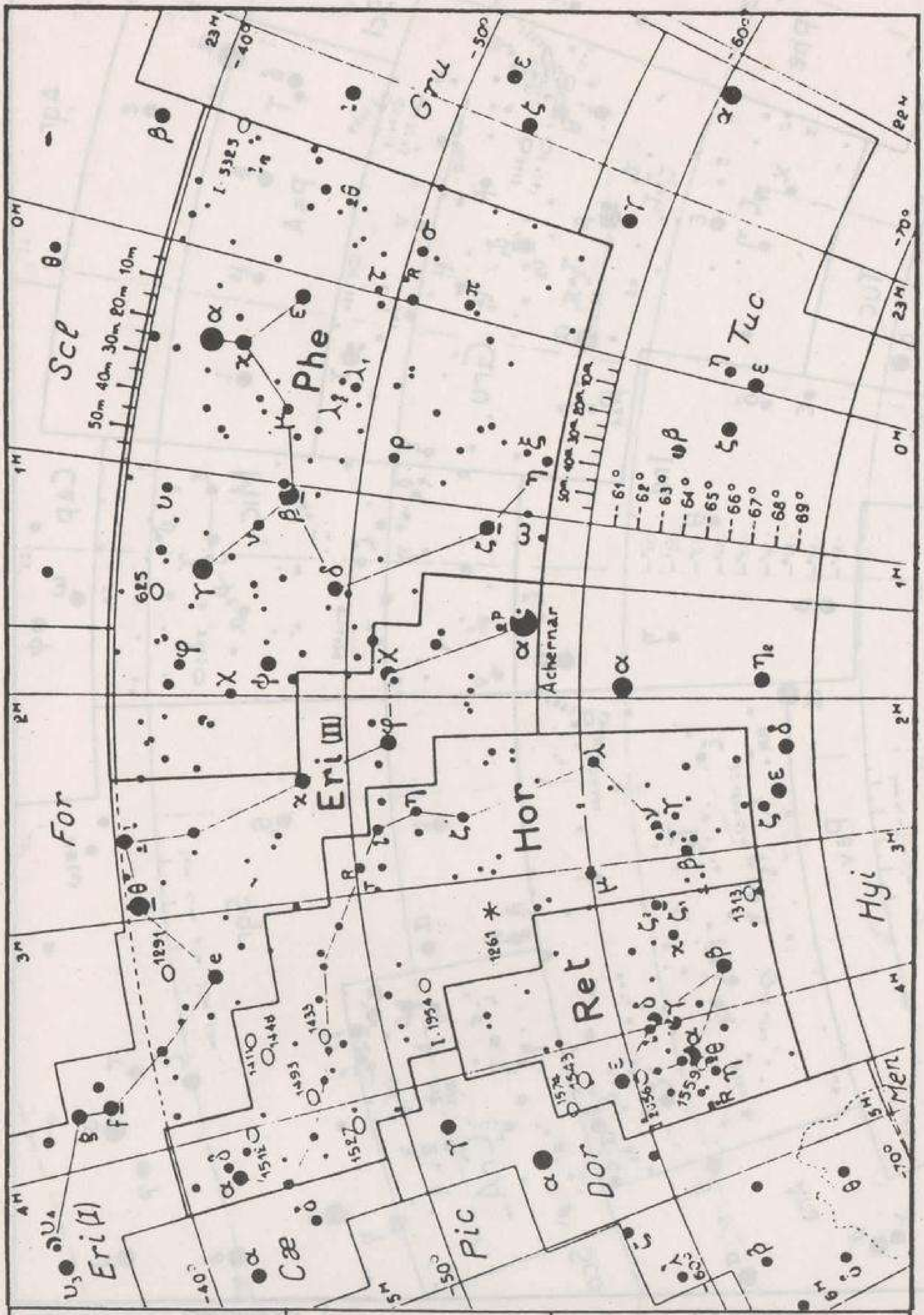
Cae-Col-Pic | **4**

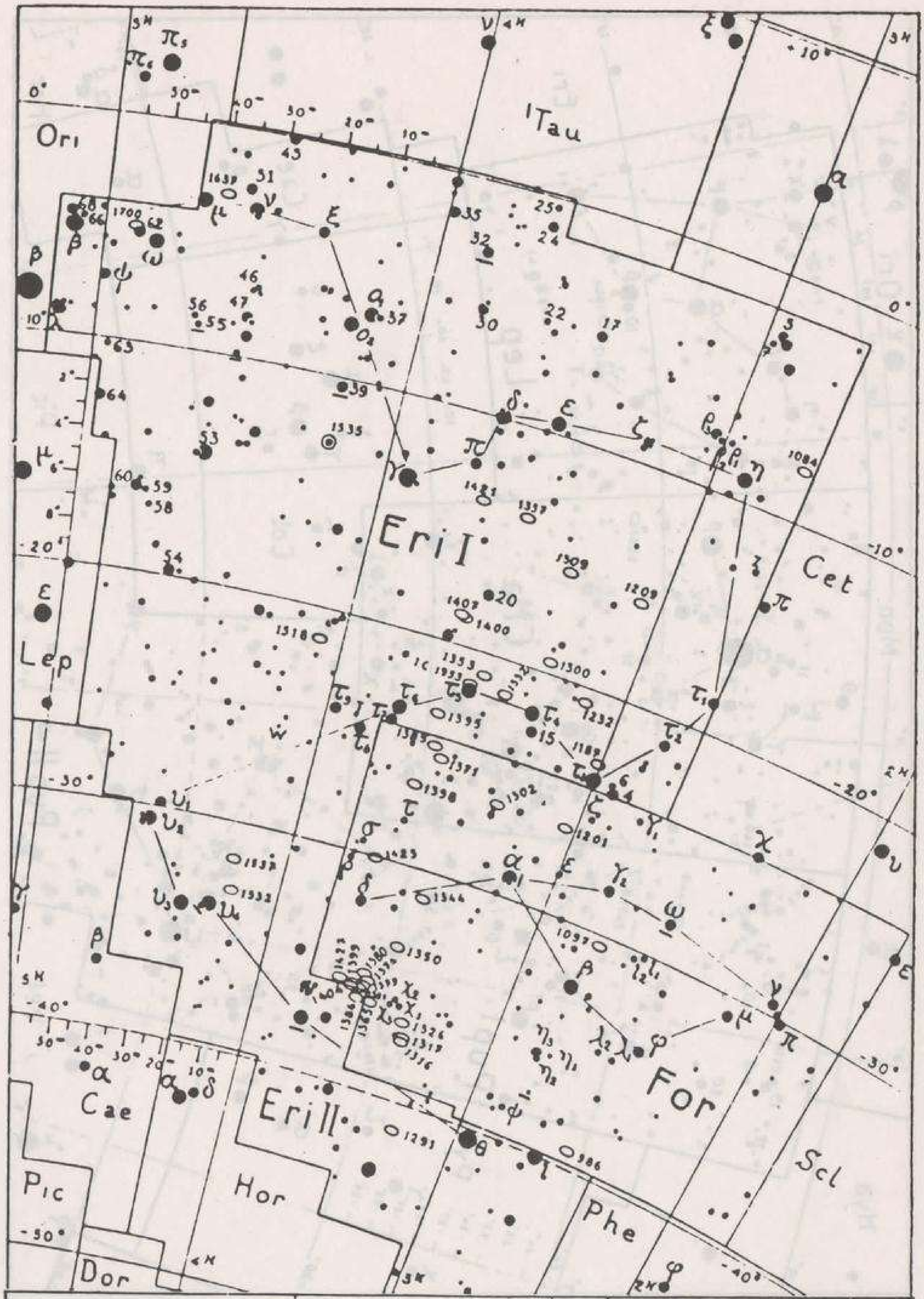

ESTRELAS
DUPLA
VARIÁVEL
EQUADOR GALÁTICO
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
AGLOM. ABERTO OU GLOBULAR (N.º NGC)
NEBULOSA EXTRA-GALÁTICA (N.º N.G.C.)
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Vel . Pup (II)
5


Ant
Vel
Car
Hya
Cen
Lup
Lib
Cir
Nor
Mus
TrA
Ara
Cru
ESTRELAS
DUPLA
VARIÁVEL
EQUADOR GALÁTICO
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
AGLOM. ABERTO OU GLOBULAR (N.º NGC)
NEB. EXTRA-GALÁTICA
NEB. PLANETÁRIA (N.º N.G.C.)
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Cru . Cen
6

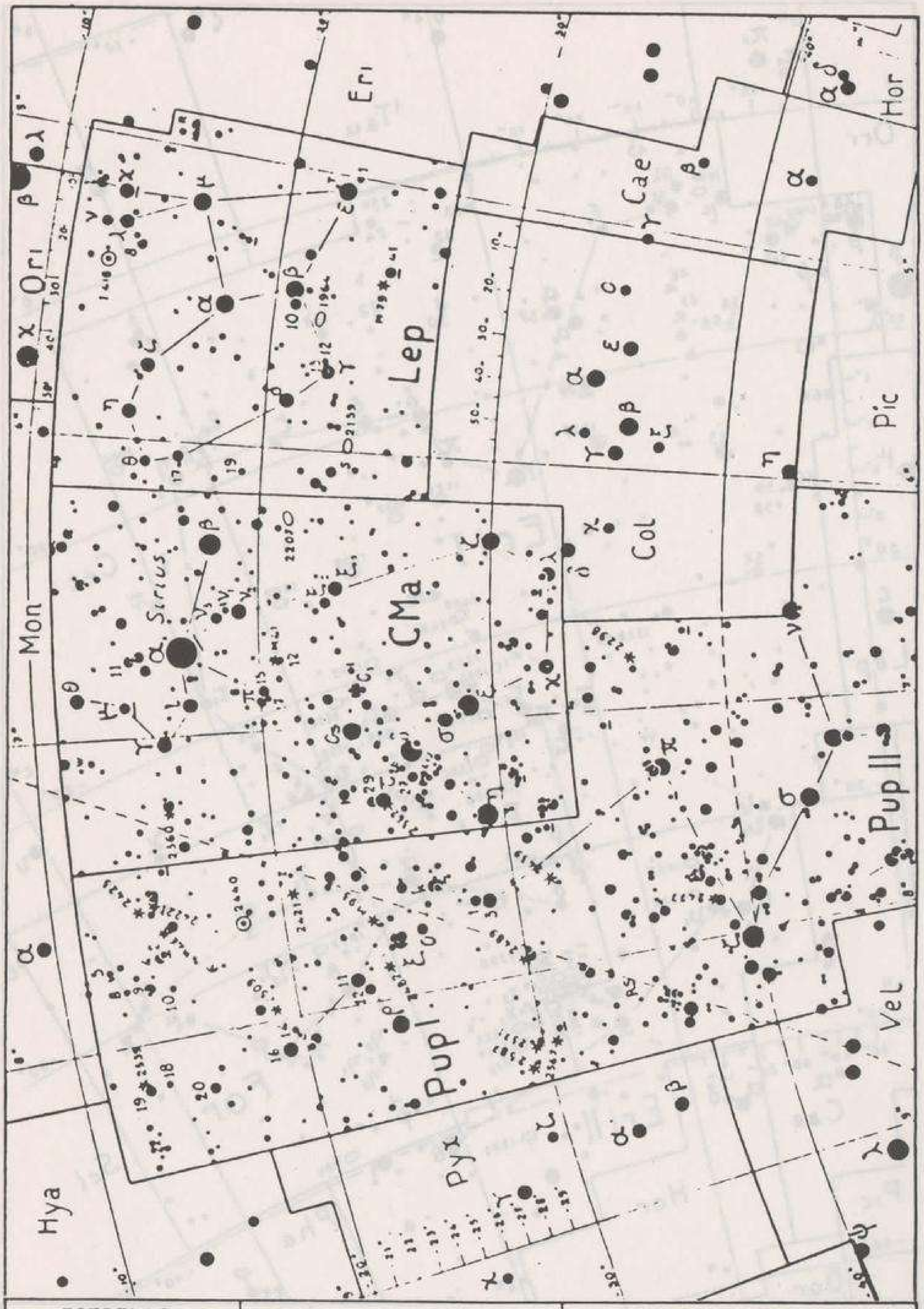

Cen
Lup.
Nor
Ara
Cir
TrA
Sco
CrA
Tel
Pav
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
ESTREDA DUPLA
ESTRELA VARIÁVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
(N.º NGC)
* 5946: Aglom. Aberto ou Globular
O 6215: Nebulosa Extra-Galática
⊙ 5882: Nebulosa Planetária
EQUADOR GALÁTICO
Lup-Nor-Ara
7

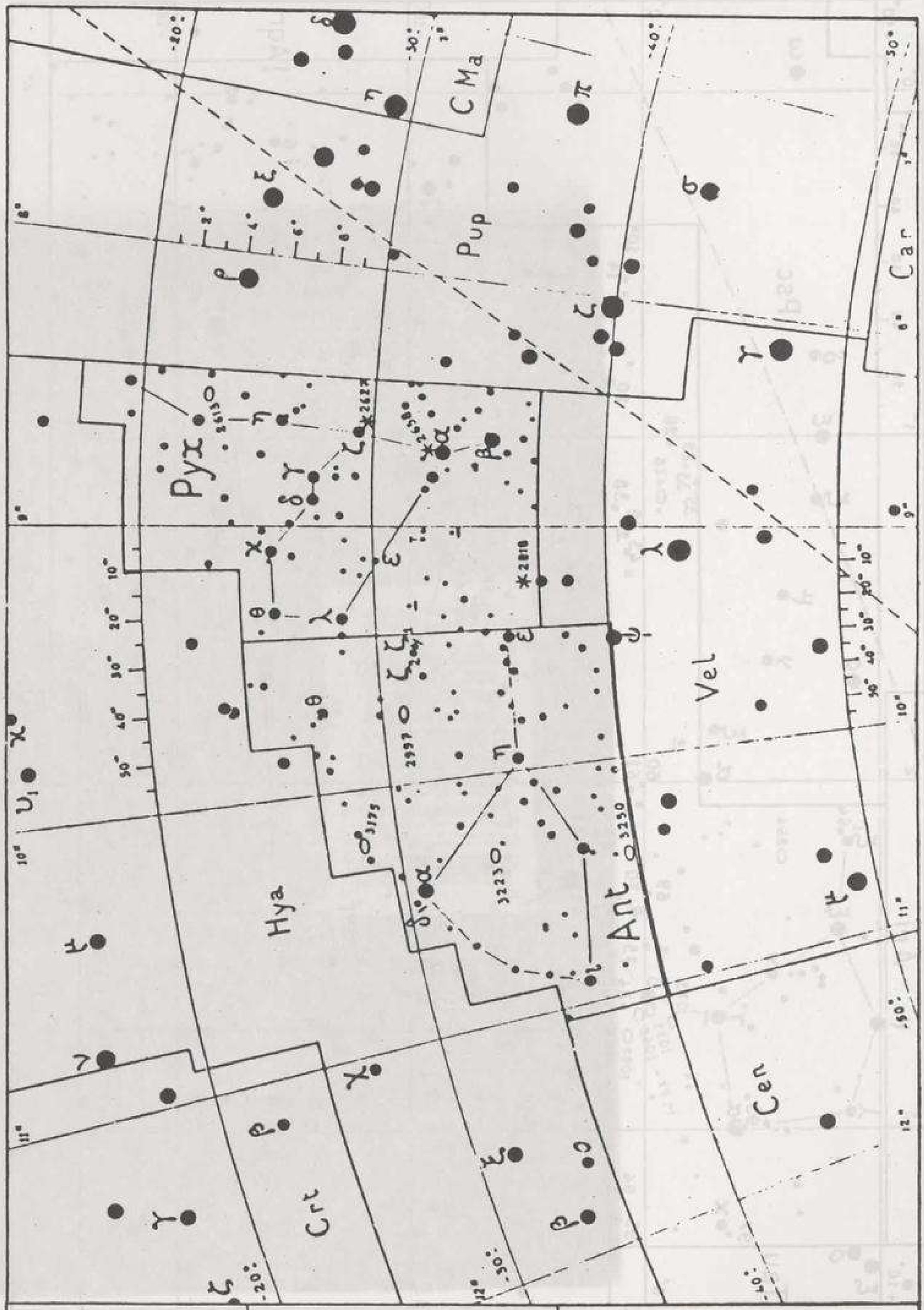

Aqr
Scl
Phe
PsA
Tuc
Gru
Mic
Cap
Ind
Tel
Pav
Sgr
CrA
Oct
ESTRELAS
DUPLA
VARIÁVEL
ECLÍPTICA
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
Nebulosa Extra-Galática
Aglom. Aberto ou Globular
N.º NGC
N.º NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
Gru-Mic
CrA-Tel
8

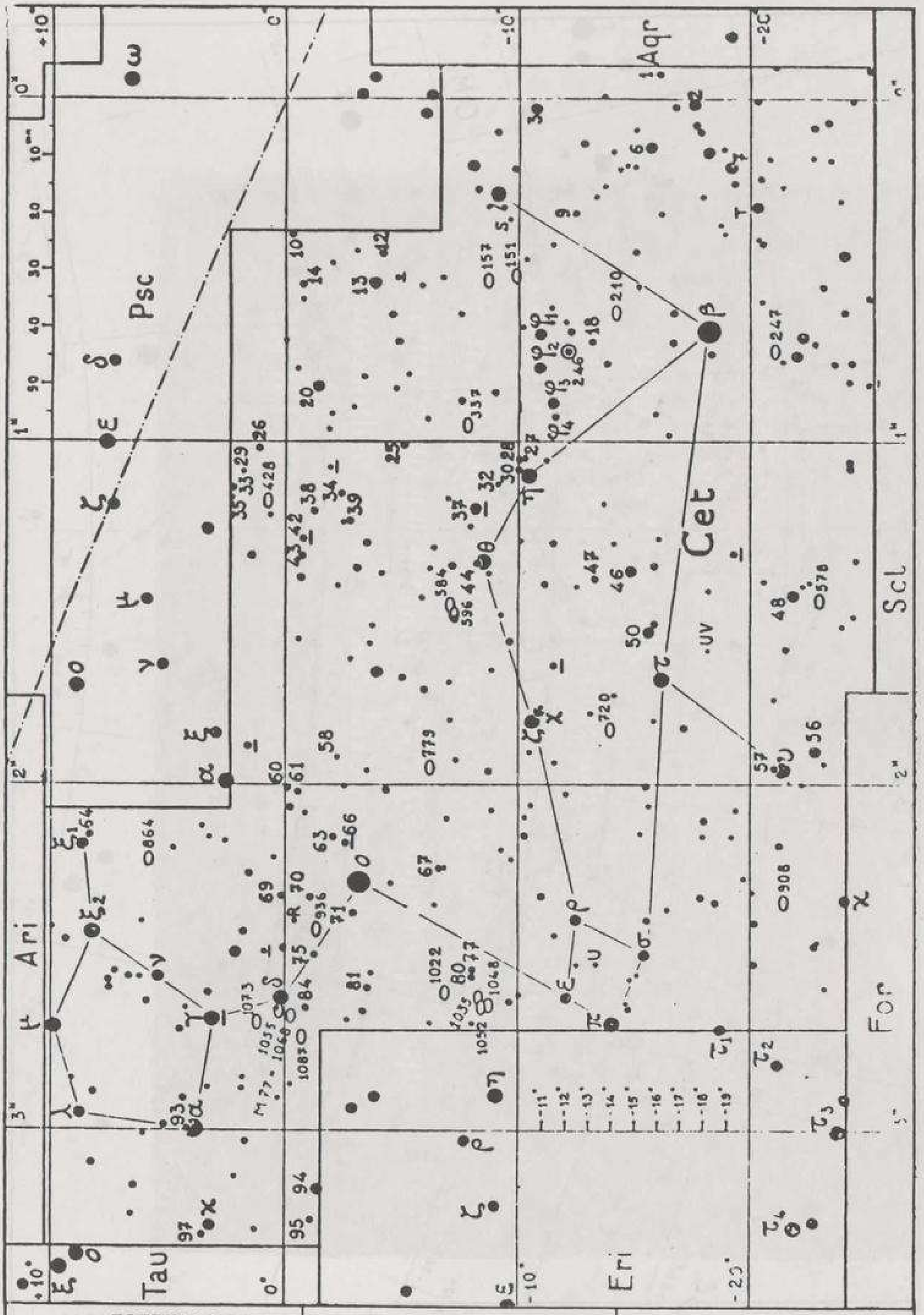

Scl
Phe
Gru
Tuc
Ret
Hor
For
Eri (II)
Eri (III)
Cae
Pic
Dor
Hyi
Men
Ach
Achernar
ESTRELAS
DUPLA
VARIAVEL
AGLOM. E NEBULOSAS
Aglom. Aberto ou Globular (N.º NGC)
Nebulosa Extra-Galática (N.º NGC) (N.º I C)
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Ret.Hor.Eri(II).Phe
9

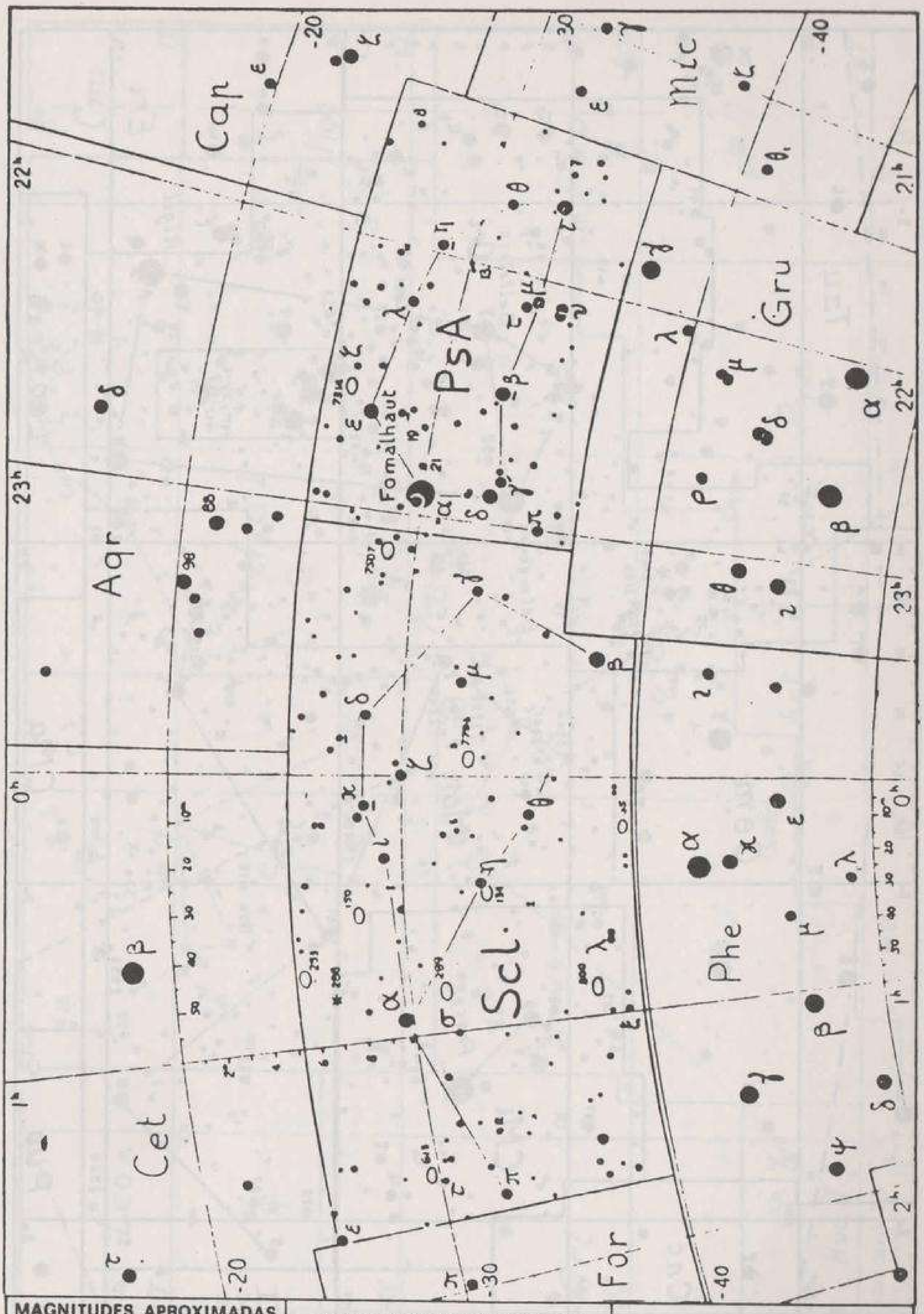


ESTRELAS	AGLOMERADOS E NEBULOSAS (N.º NGC)	MAGNITUDES APROXIMADAS
● 17 N.º FLAMSTEED	⊃ 1209 Nebulosa Extra-Galática	0 1 2 3 4 5 6 7
± DUPLA	◉ 1535 Nebulosa Planetária	
● Z VARIÁVEL		Eril-For 10


Eri
Cae
Hor
Lep
Pic
Mon
CMa
Col
Pup
Vel
Hya
Pyx
Sirius
ESTRELAS
N.º FLAMSTEED
DUPLA
VARIÁVEL
EQUADOR GALÁTICO
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
Aglom. Aberto e Globular
Nebulosa Planetária
Nebulosa Extra-Galática
N.º Messier
ou
N.º NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1
0
+1
2
3
4
5
6
7
Lep-CMa-Pupl
11


ESTRELAS
DUPLA
VARIÁVEL
EQUADOR GALÁTICO
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
Nebulosa Extra-Galática
Aglom. Aberto ou Globulares
N.º NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
Pyx-Ant
12


ESTRELAS
20 N.° FLAMSTEED
DUPLA
T VARIÁVEL
ECLÍPTICA
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
210 Nebulosa Extra-Galática
246 Nebulosa Planetária
N.° NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
Cet
13



MAGNITUDES APROXIMADAS

1 2 3 4 5 6 7

ESTRELAS

- N.° FLAMSTEED
- DUPLA
- VARIÁVEL

AGLOMERADOS E NEBULOSAS

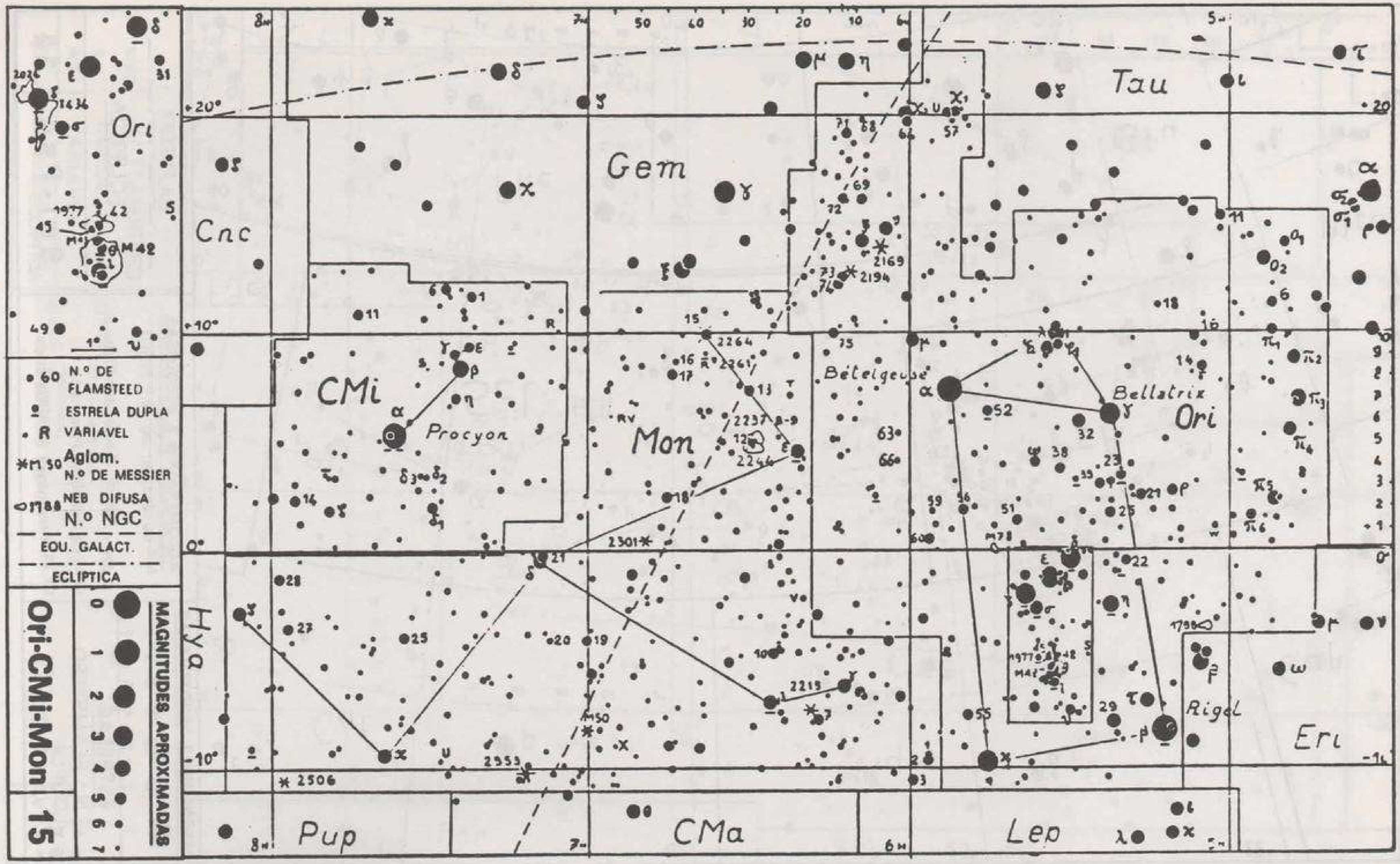
(N.º de Messier ou N.º NGC)

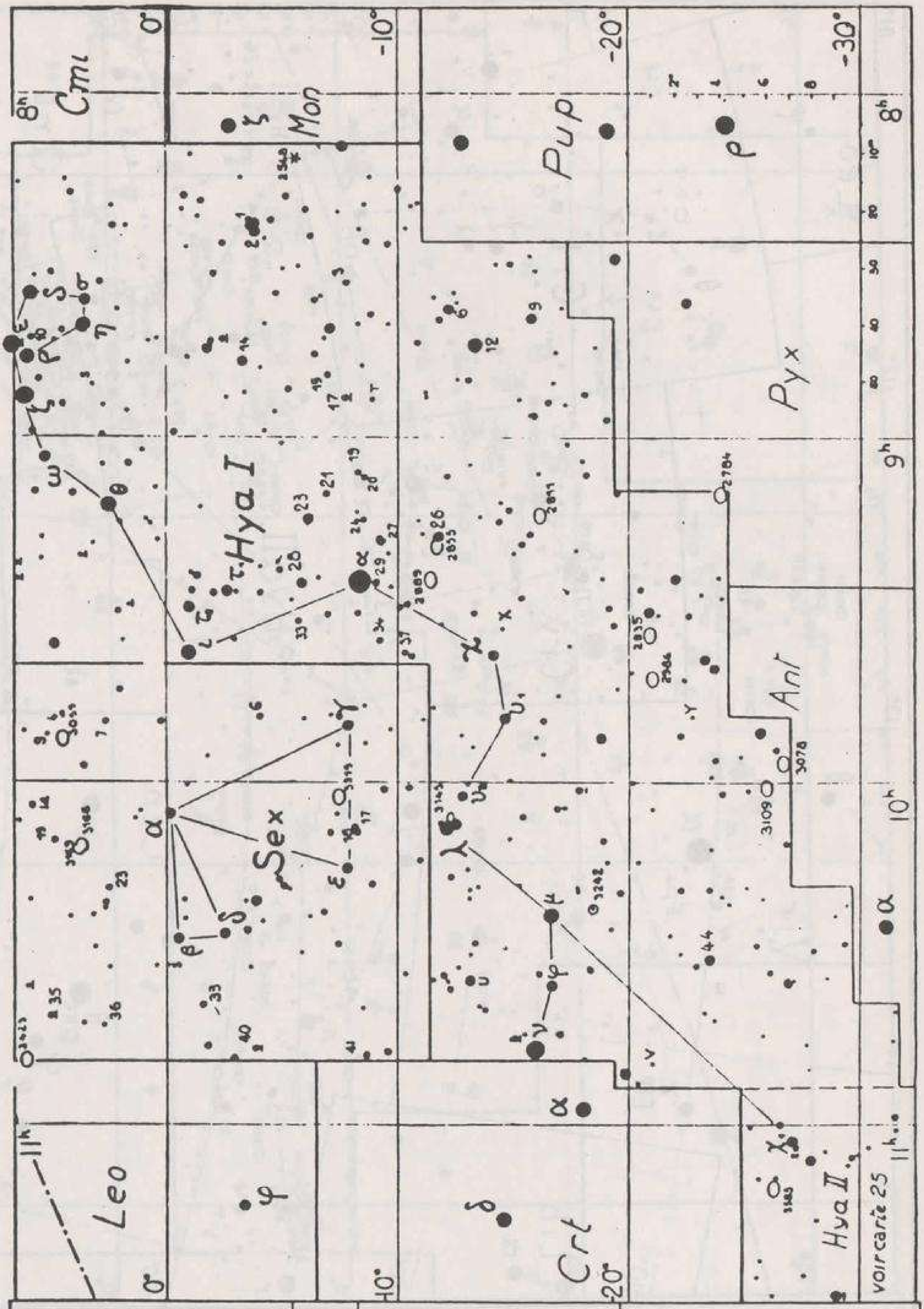
- * 229 = Aglom. Aberto ou Globular
- ⊙ --- = Nebulosa Planetária
- ○ 253 = Nebulosa Extra-Galática

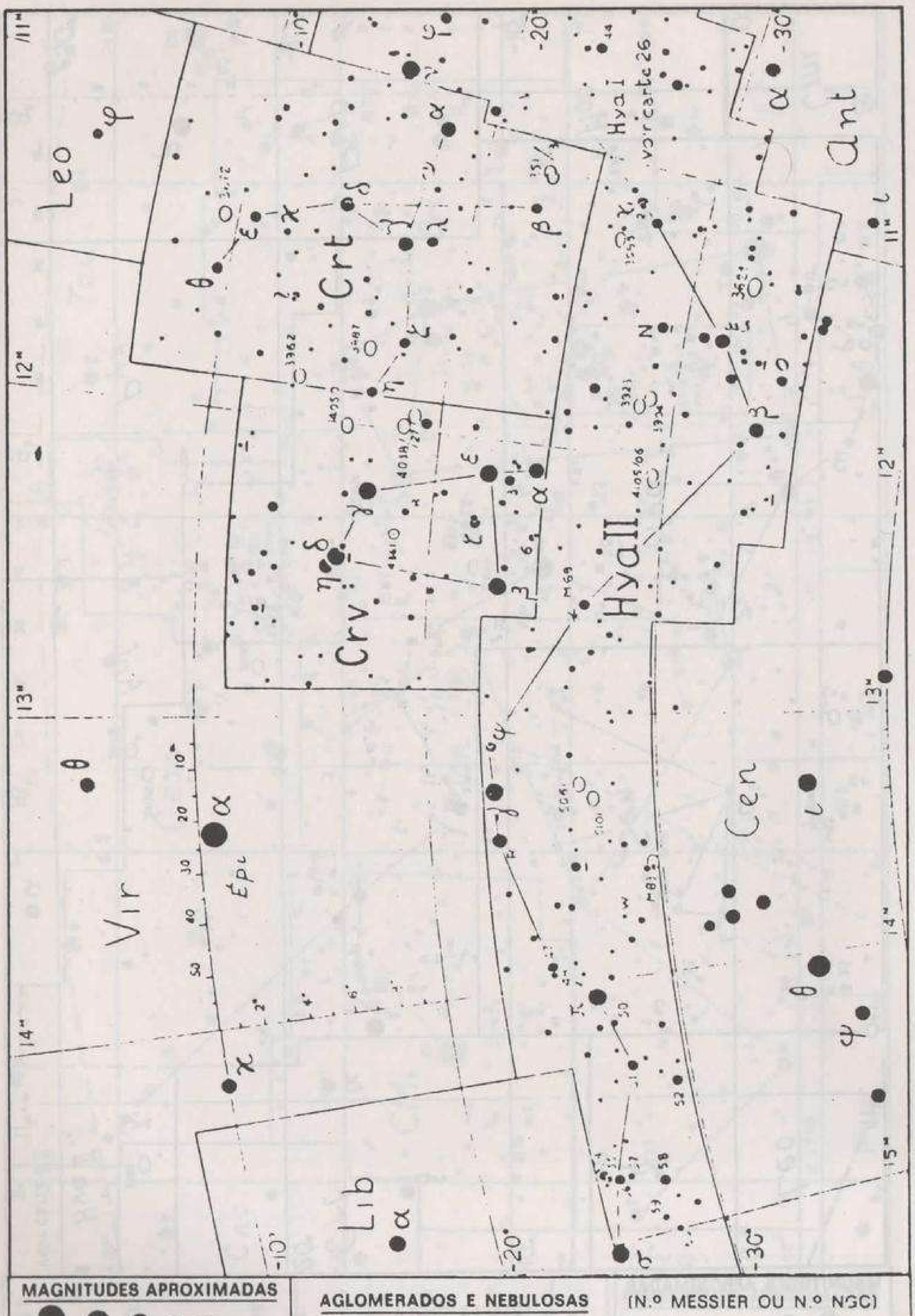
— · — · — · — · —

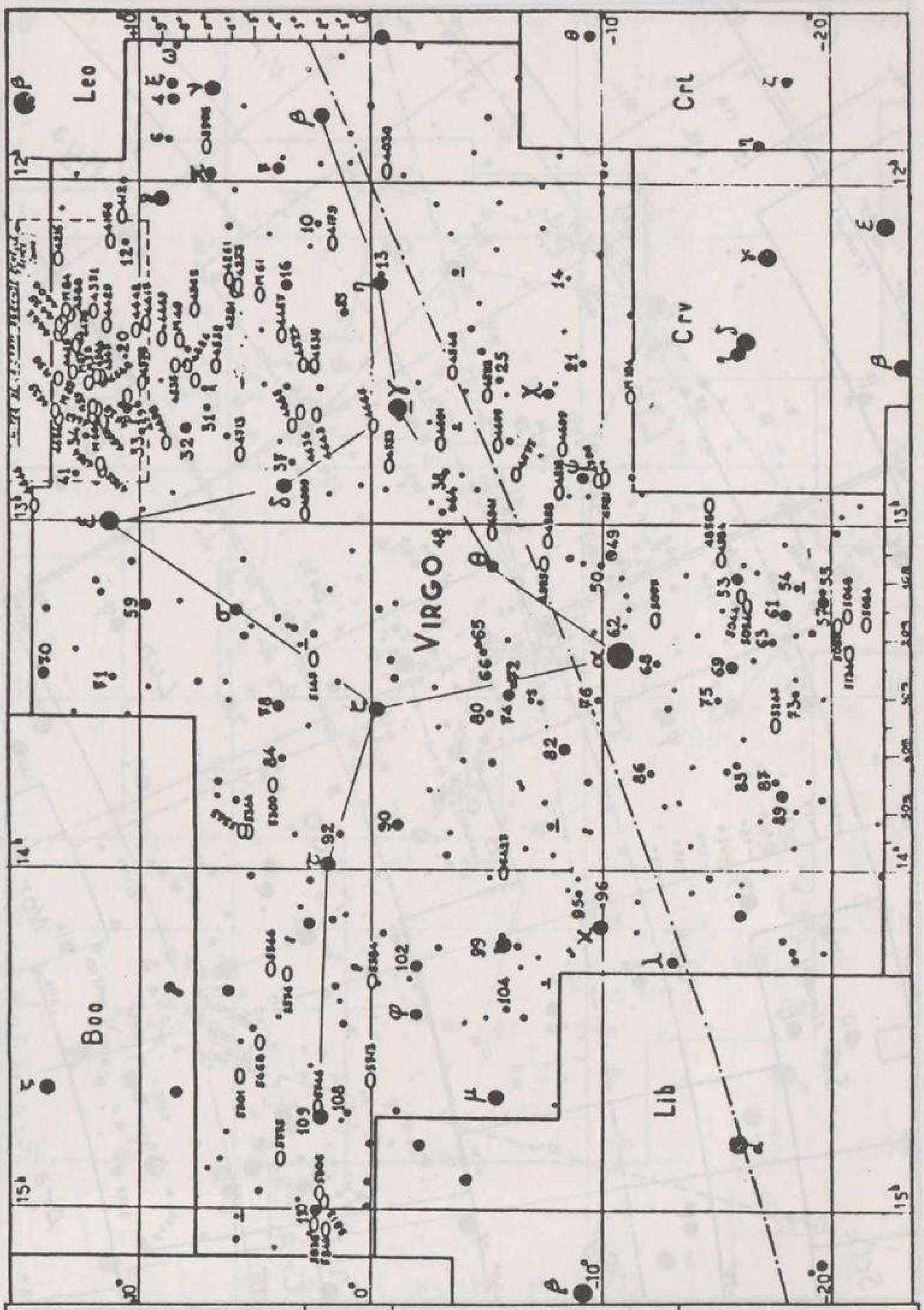
ECLÍPTICA

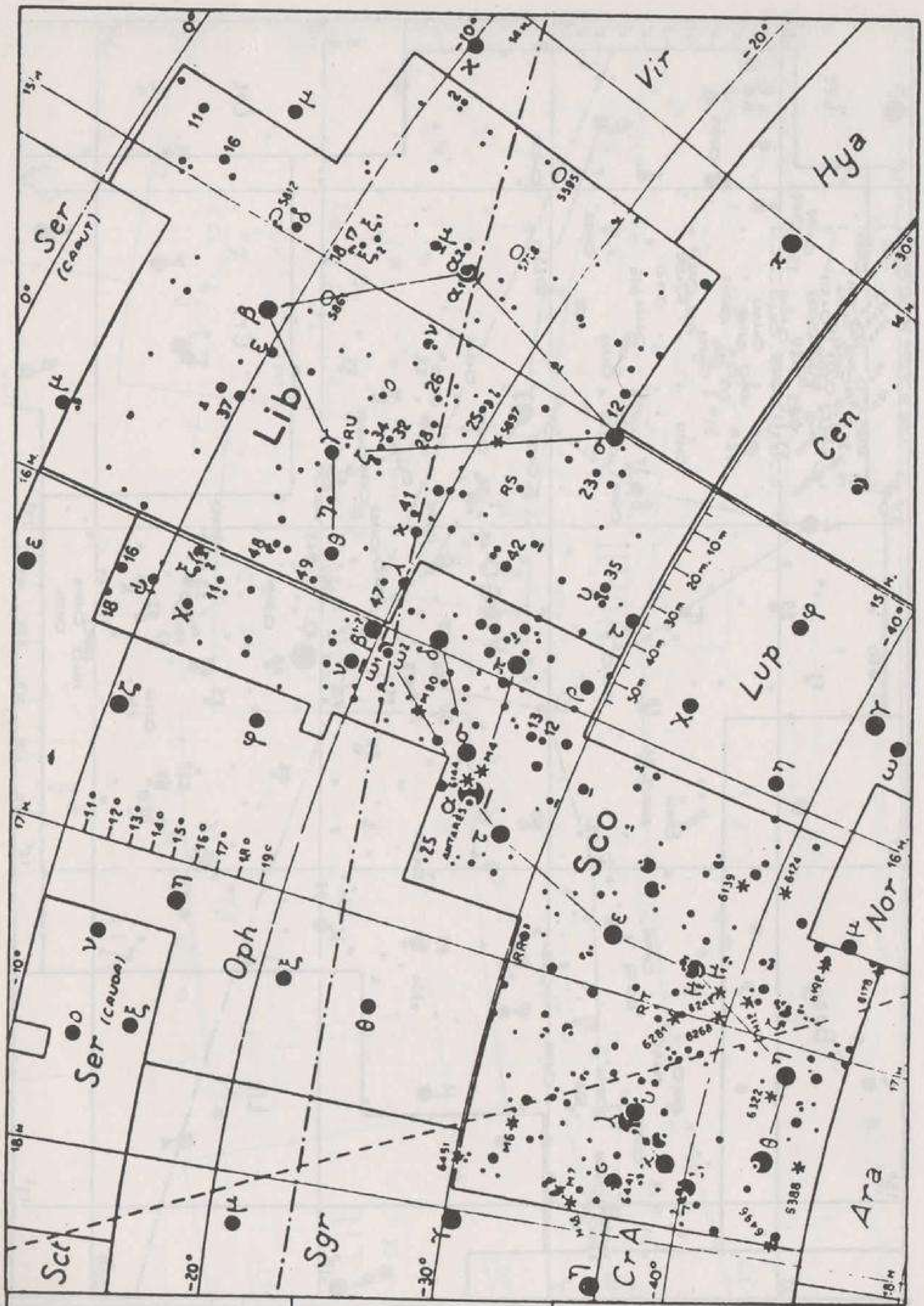
Scl-PsA | **14**

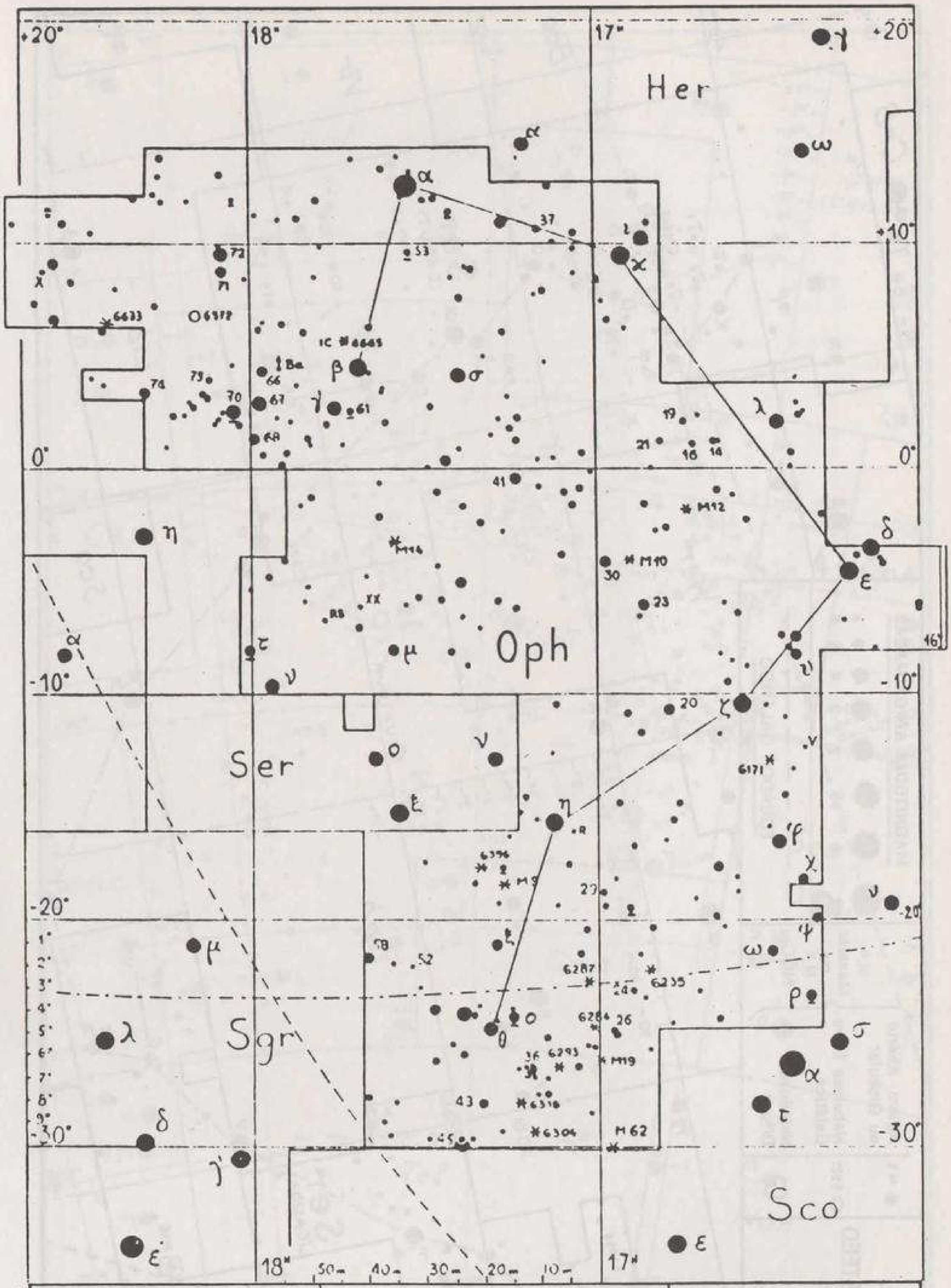

Ori
Cnc
Gem
Tau
CMi
Procyon
Mon
Bételgeuse
Bellatrix
Ori
Hya
Rigel
Eri
Pup
CMa
Lep
+20°
+10°
0°
-10°
N.º DE FLAMSTEED
ESTRELA DUPLA
R VARIAVEL
Aglom. N.º DE MESSIER
NEB DIFUSA N.º NGC
EQU. GALACT.
ECLÍPTICA
MAGNITUDES APROXIMADAS
Ori-CMi-Mon
15


8h
Cmi
0°
-10°
Mon
Pup
-20°
-30°
8h
9h
Hya I
Pyx
Ant
Sex
Leo
Crt
Hya II
10h
11h
MAGNITUDES APROXIMADAS
2 3 4 5 6 7
NEBULOSA EXTRA-GALATICA
VARIAVEL
ESTRELA DUPLA
NEBULOSA PLANETARIA N.º NGC
N.º FLAMSTEED
ECLÍPTICA
Hyal-Sex
16


Leo
Crt
Crv
Hya II
Hya I
Ant
Vir
Epl
Cen
Lib
111h
12h
13h
14h
-10°
-20°
-30°
10°
20
30
40
50
2°
4°
6°
8°
15h
MAGNITUDES APROXIMADAS
1 2 3 4 5 6 7
ESTRELAS
N.º FLAMSTEED
DUPLA
VARIÁVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
(N.º MESSIER OU N.º NGC)
Nebulosa Planetária
Nebulosa Extra-Galática
Aglom. Aberto ou Globular
Hyall-Crt-Crv
17


Leo
Crt
Crv
VIRGO
Boo
Lib
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
ESTRELA VARIÁVEL
ESTRELA DUPLA
NEBULOSA EXTRA-GALÁTICA
(N.º MESSIER ou NGC)
ECLÍPTICA
Vir
18


Ser (cauda)
Lib
Vir
Hya
Cen
Lup
Sco
Oph
Ser (cauda)
Sgr
Nor
Ara
ESTRELAS
17 N.º FLAMSTEED
DUPLA
VARIAVEL
Agloms. e Nebulosas (N.º Messier ou NGC)
Neb. Extra-Galática (N.º Messier ou NGC)
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
ECLIPTICA
EQUADOR GALATICO
Sco-Lib
19



MAGNITUDES APROXIMADAS

0 1 2 3 4 5 6 7

ESTRELAS

- 53 — N.º FLAMSTEED
- DUPLA
- R1 — VARIAVEIS

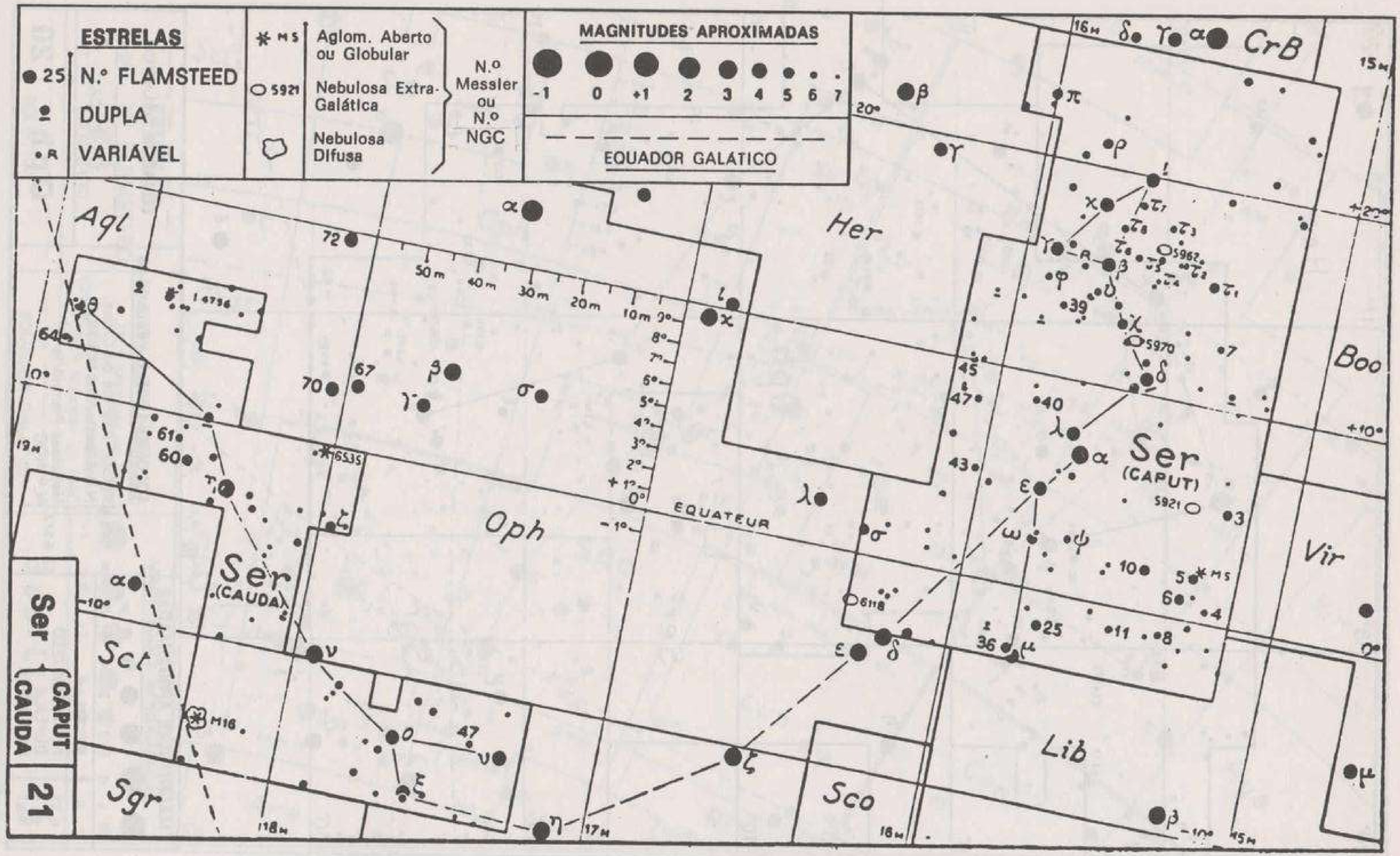
AGLOMERADOS E NEBULOSAS

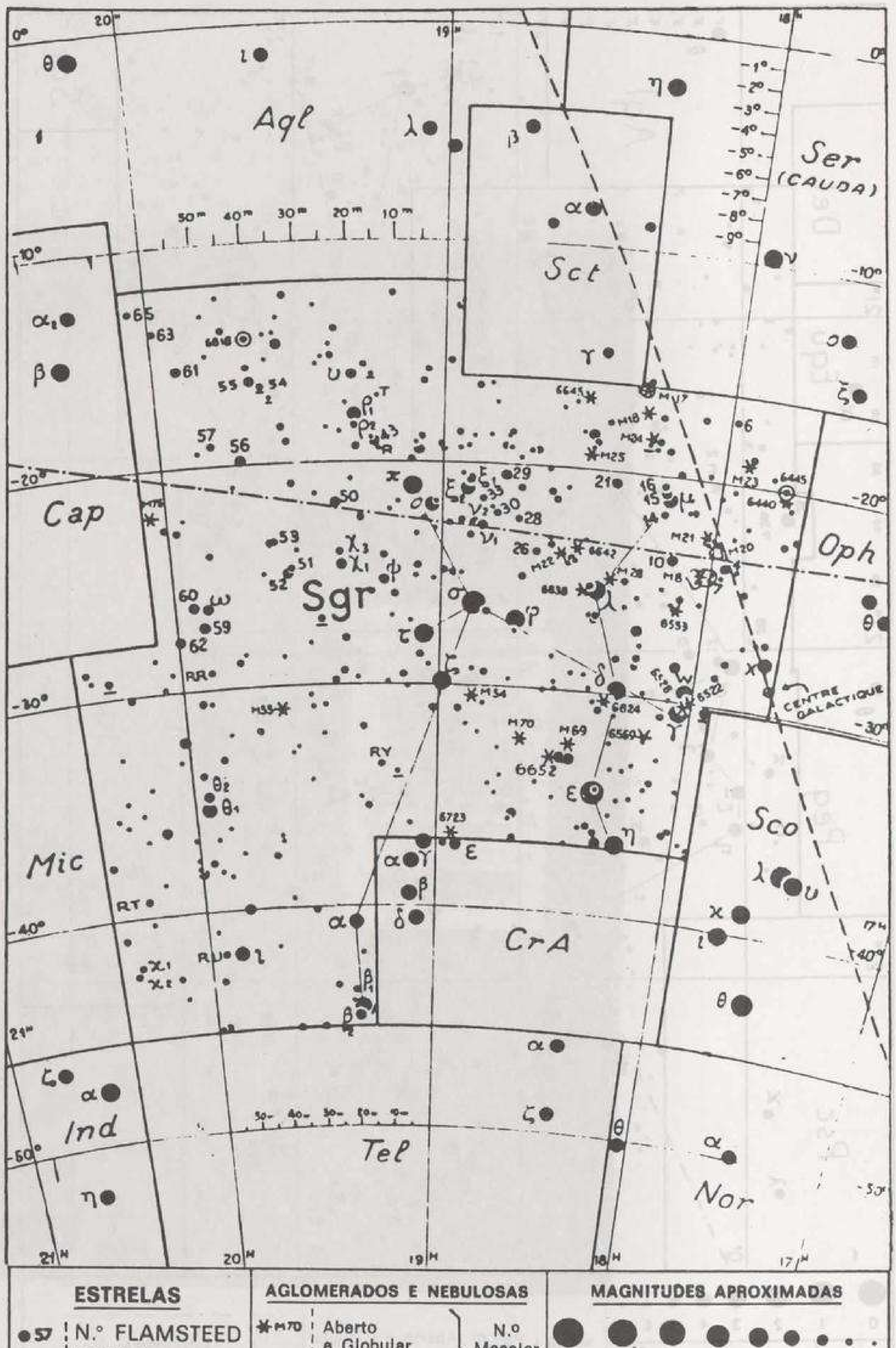
- M 26 — Aglom. Abertos ou Globs. N.º Messier ou N.º NGC
- 6572 — Nebulosa Planetária N.º NGC

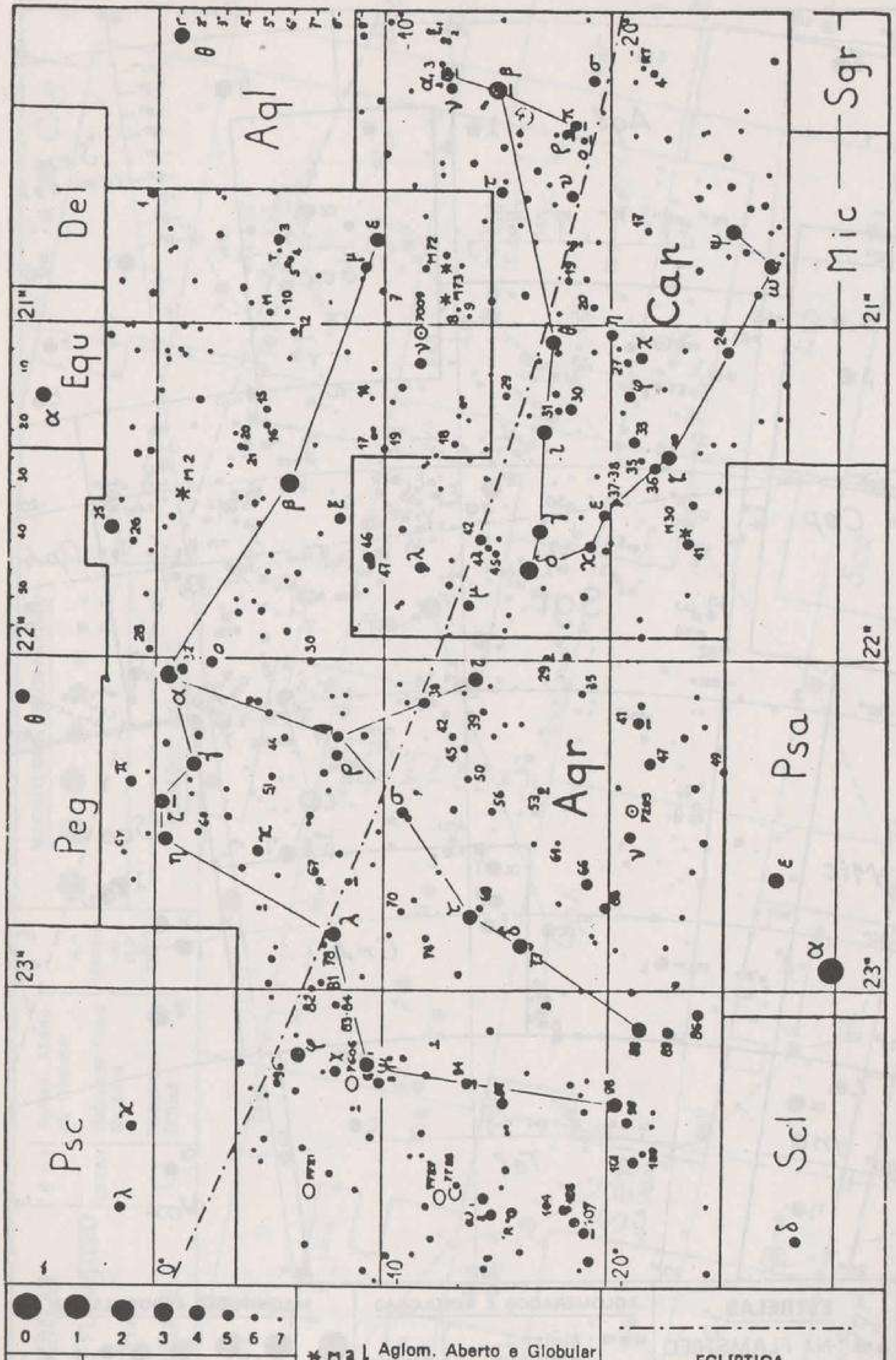
EQUADOR GALATICO

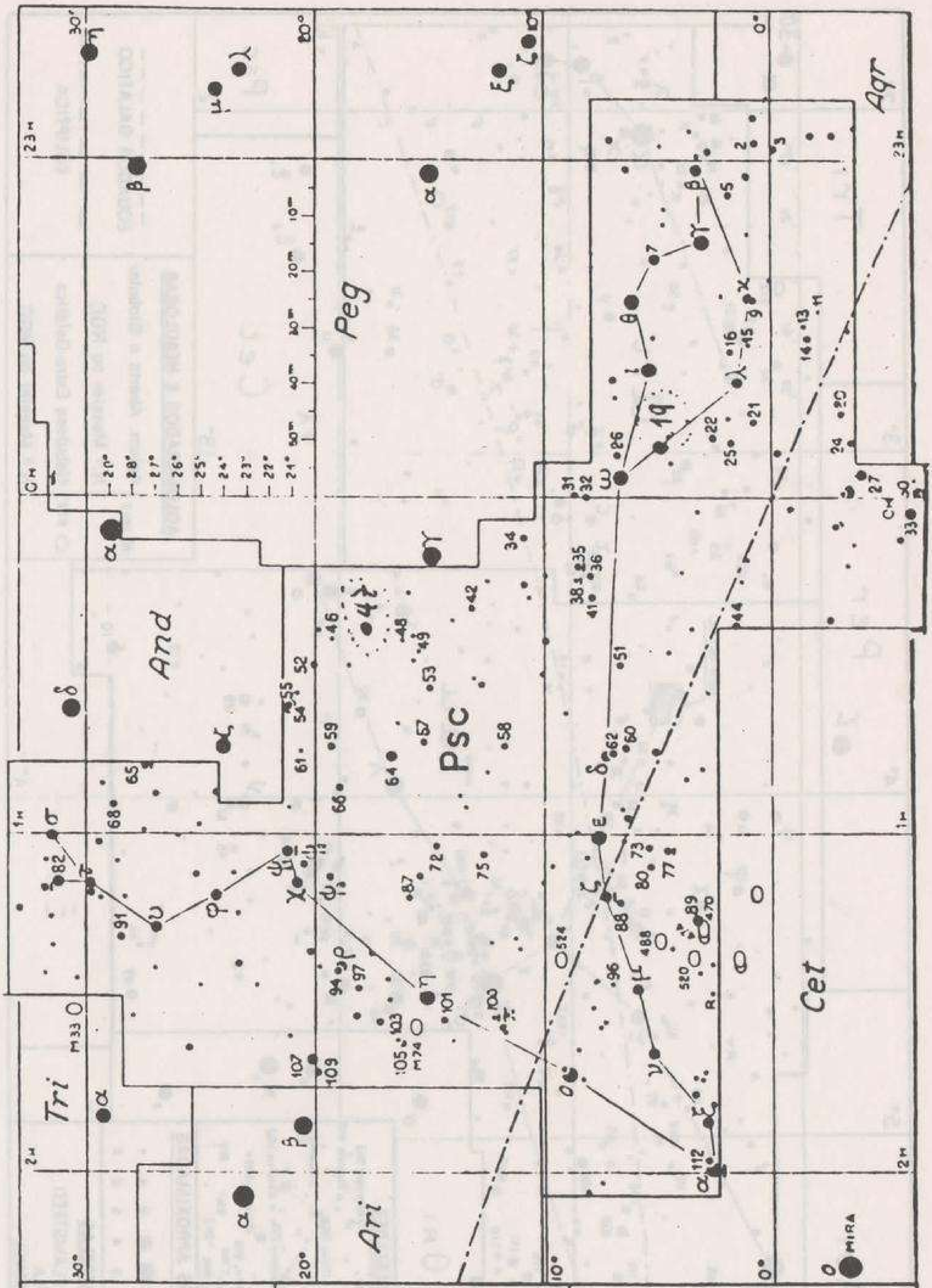
ECLIPTICA

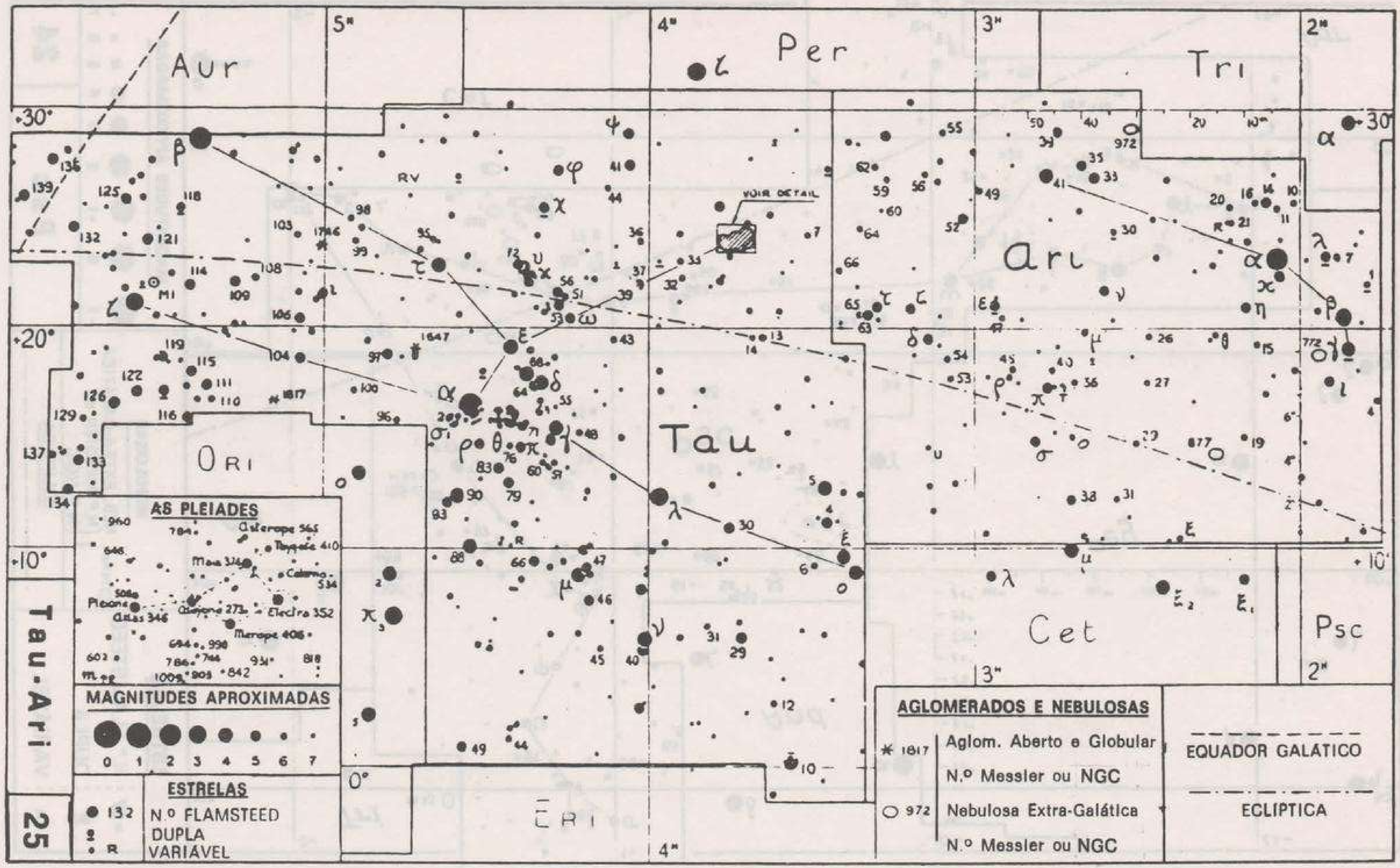
Oph | **20**

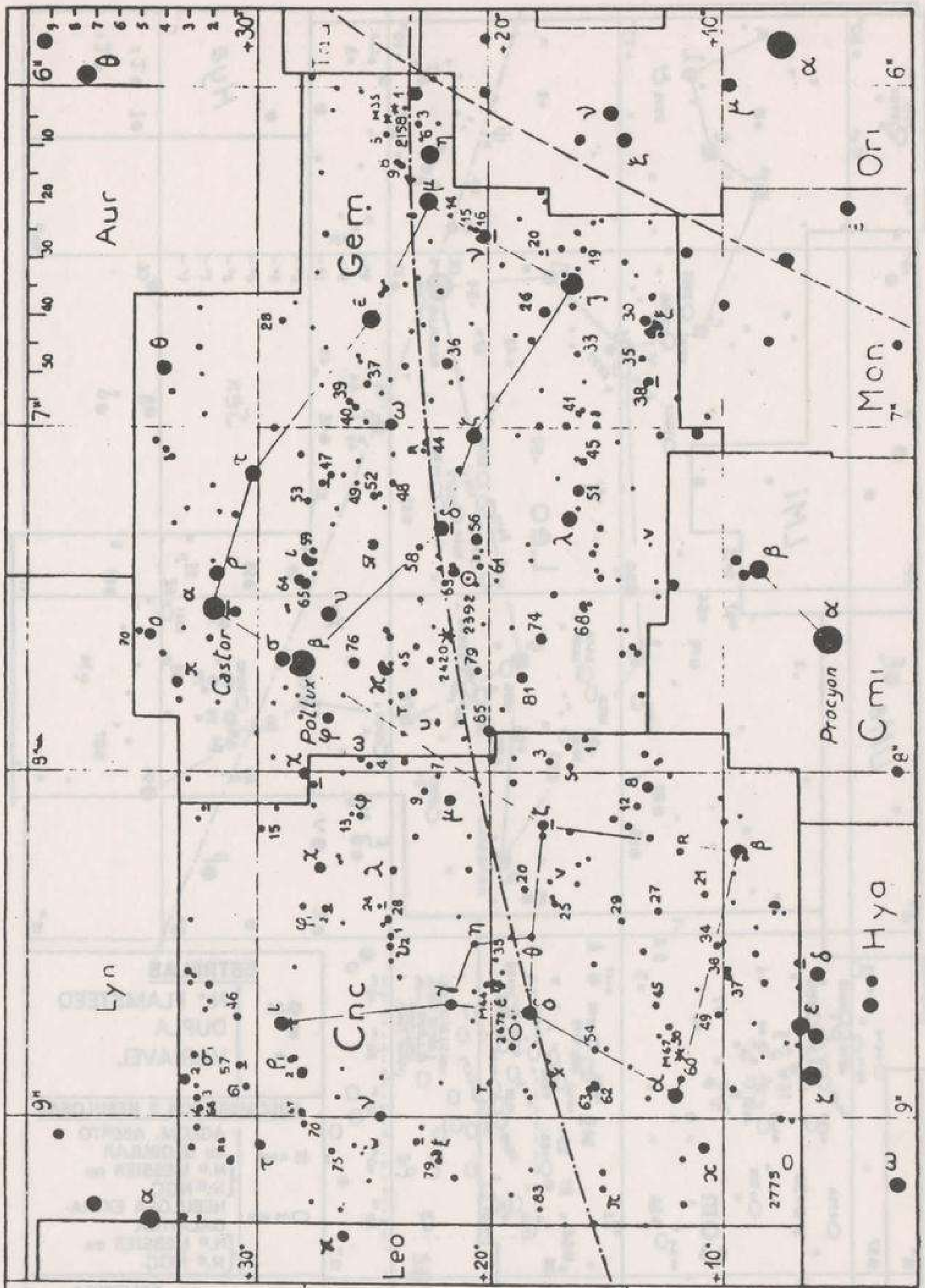

ESTRELAS
25 N.° FLAMSTEED
DUPLA
R VARIÁVEL
MS Aglom. Aberto ou Globular
5921 Nebulosa Extra-Galática
Nebulosa Difusa
N.° Messier ou N.° NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
EQUADOR GALATICO
EQUATEUR
Aql
Her
CrB
Boo
Oph
Ser (CAUDA)
Ser (CAPUT)
Vir
Sct
Sgr
Sco
Lib
Ser CAPUT CAUDA
21

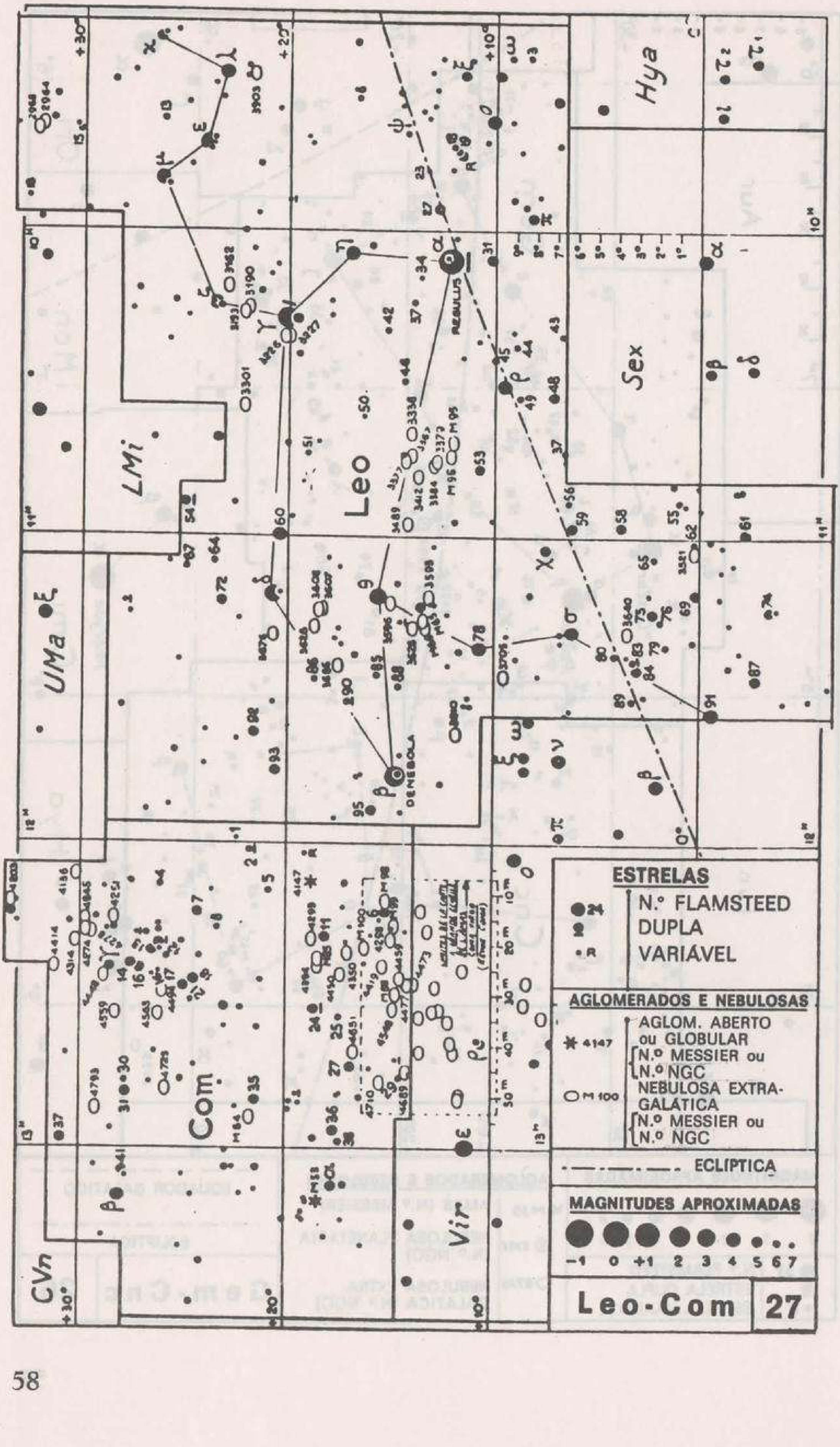

Aql
Sct
Ser (CAUDA)
Cap
Sgr
Oph
Mic
CrA
Sco
Ind
Tel
Nor
CENTRE GALACTIQUE
ESTRELAS
N.° FLAMSTEED
DUPLA
VARIAVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
Aberto e Globular
Neb. Planetária
Neb. Difusa
N.° Messier ou N.° NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
ECLÍPTICA
EQUADOR GALÁTICO
Sgr
22

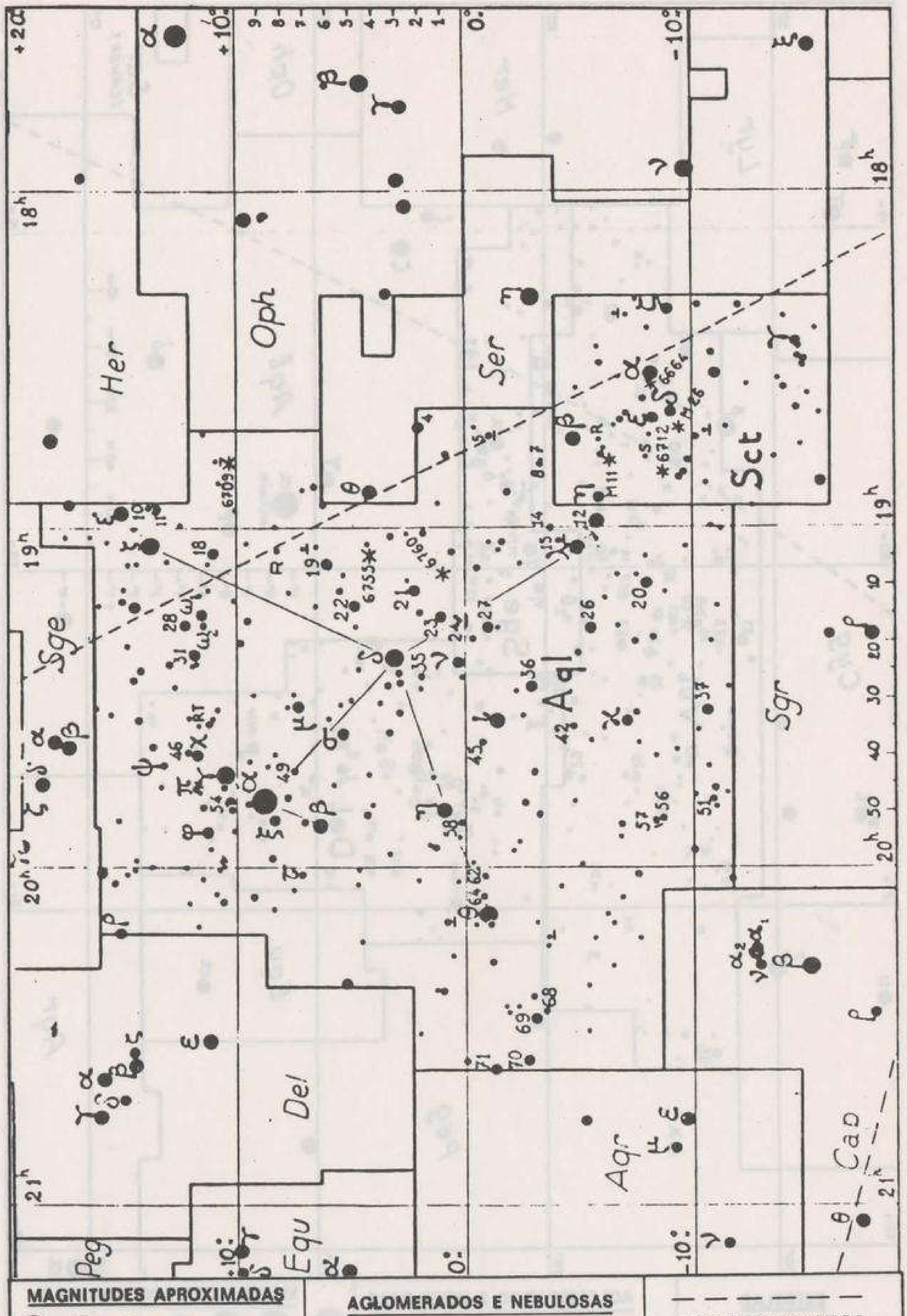

Aql
Del
Equ
Peg
Psc
Cap
Aqr
Mic
Sgr
Psa
Scl
21h
22h
23h
-10°
-20°
0°
0 1 2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
ESTRELA DUPLA
ESTRELA VARIAVEL
Aglom. Aberto e Globular
N.º Messier ou N.º NGC
Nebulosa Extra-Galática
N.º Messier ou N.º NGC
ECLIPTICA
Aqr-Cap
23

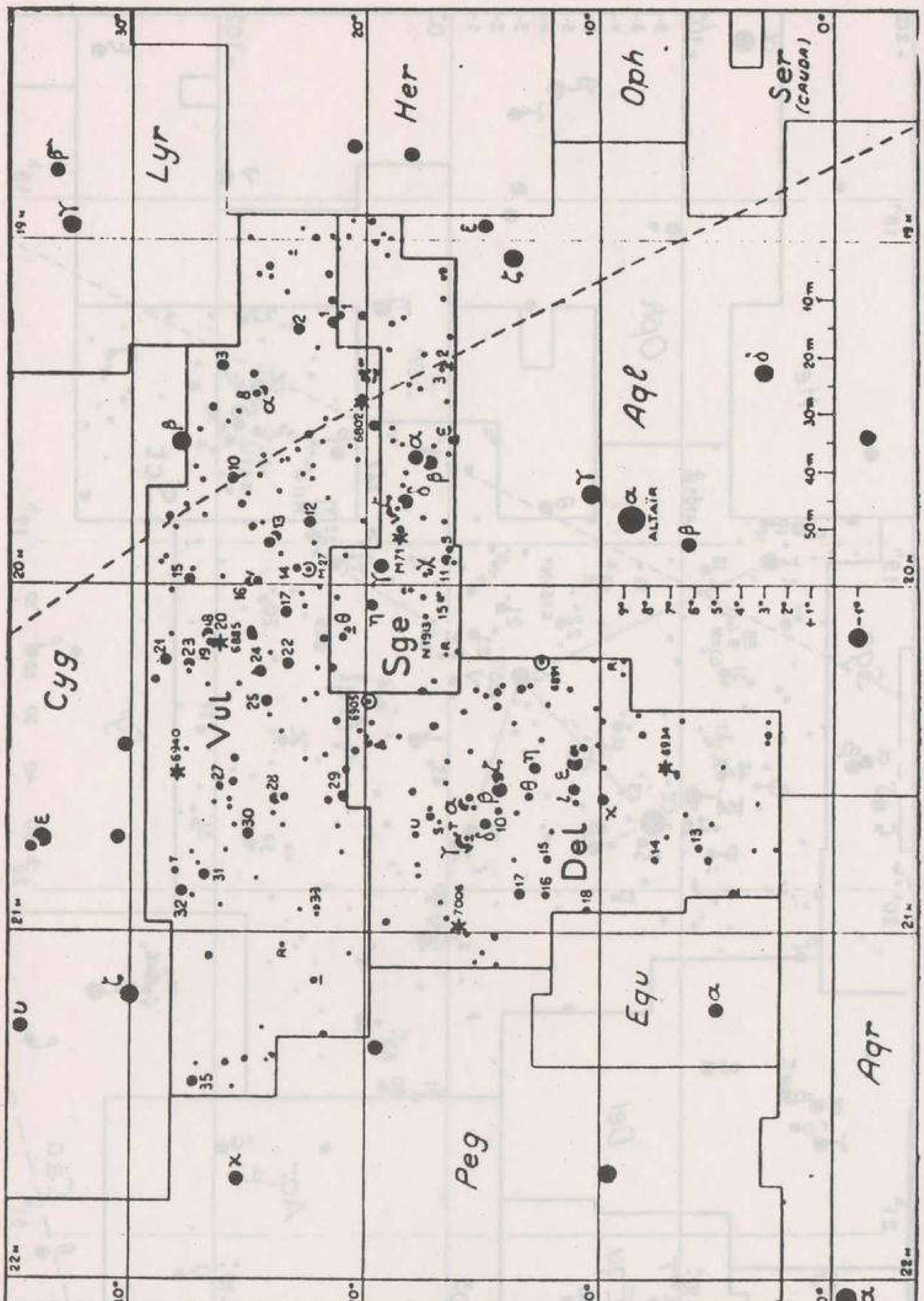

Peg
And
Psc
Cet
Tri
Ari
ESTRELAS
• 57 N.° FLAMSTEED
DUPLA
• R VARIÁVEL
NEBULOSAS
NEB. EXTRA-GALATICA
{N.º MESSIER ou
{N.º NGC
ECLÍPTICA
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Psc
24

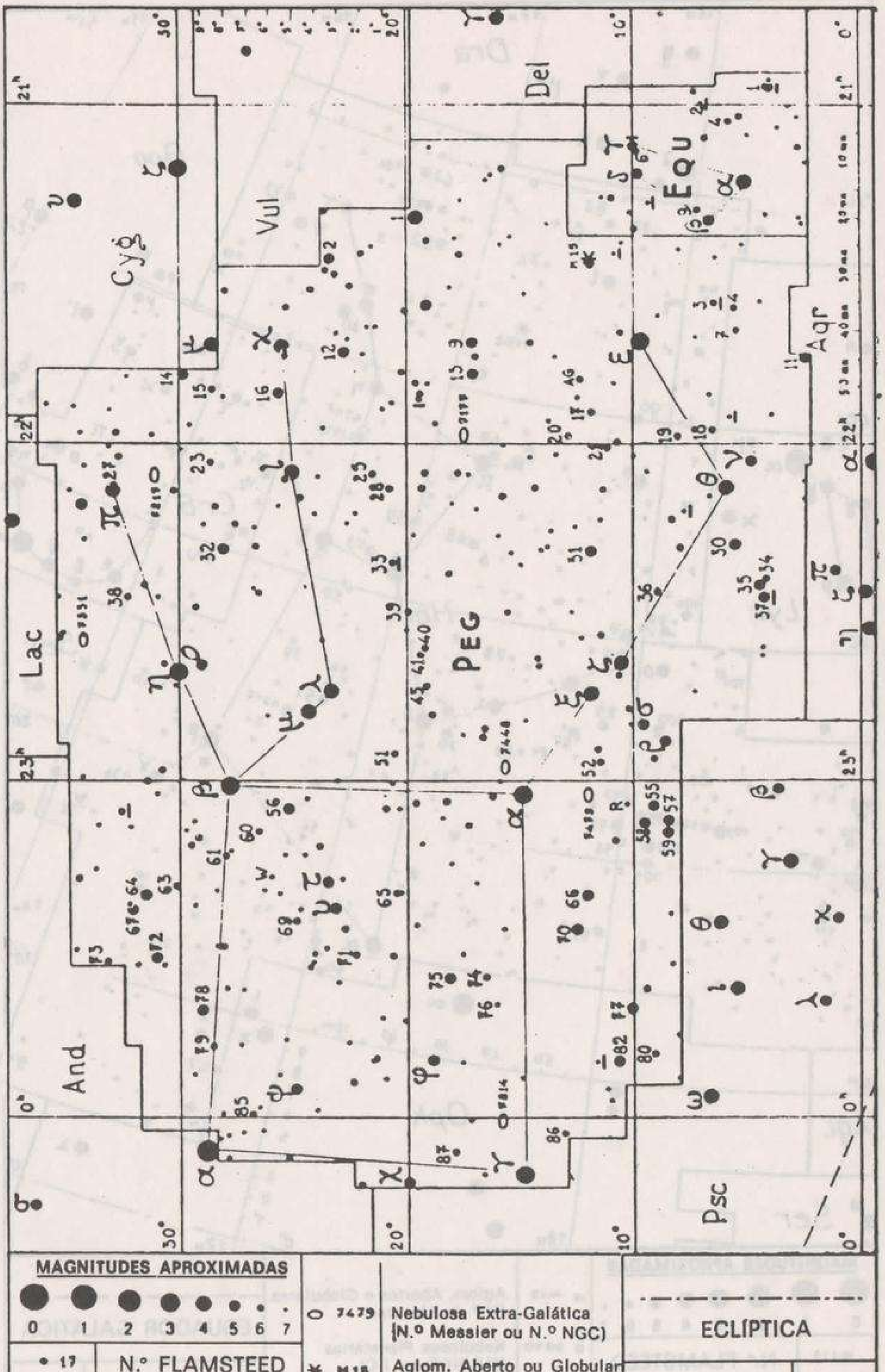

Aur
Per
Tri
Ari
Tau
Ori
Cet
Psc
Eri
5h
4h
3h
2h
+30°
+20°
+10°
0°
RV
VOIR DETAIL
AS PLEIADES
Alcyone 273
Atlas 346
Electra 352
Maia 314
Merope 406
Taygete 410
Calaeno 534
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
ESTRELAS
132 Nº FLAMSTEED
DUPLA
R VARIÁVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
1817 Aglom. Aberto e Globular
Nº Messier ou NGC
972 Nebulosa Extra-Galática
Nº Messier ou NGC
EQUADOR GALÁTICO
ECLÍPTICA
Tau-Ari
25

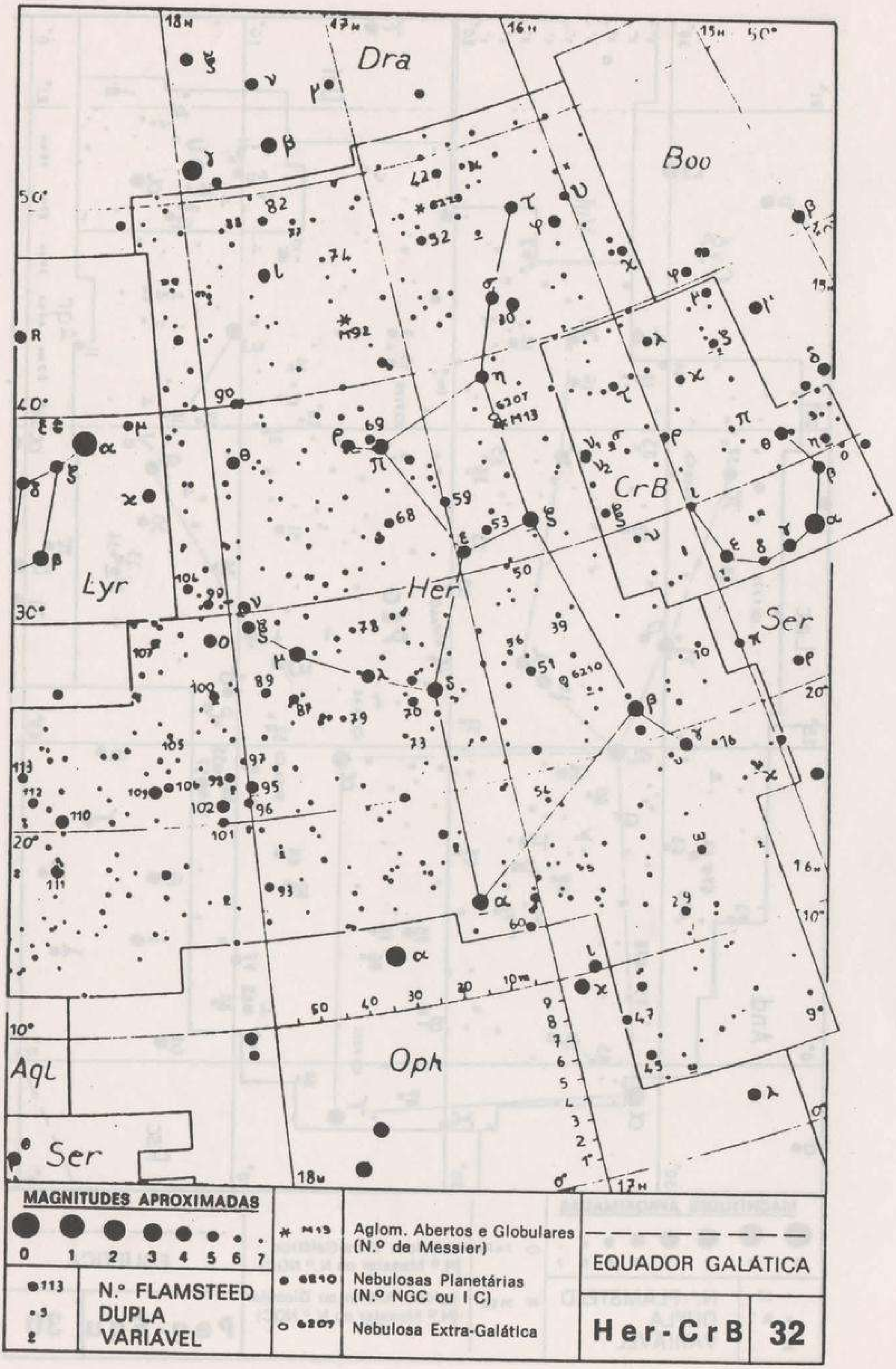

Aur
Gem
Ori
Mon
CMi
Hya
Lyn
Cnc
Leo
Castor
Pollux
Procyon
+30°
+20°
+10°
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
51 N.º FLAMSTEED
ESTRELA DUPLA
R ESTRELA VARIAVEL
M35 AMAS (N.º MESSIER)
2392 NEBULOSA PLANETARIA (N.º NGC)
2775 NEBULOSA EXTRA-GALATICA (N.º NGC)
EQUADOR GALATICO
ECLIPTICA
Gem·Cnc
26

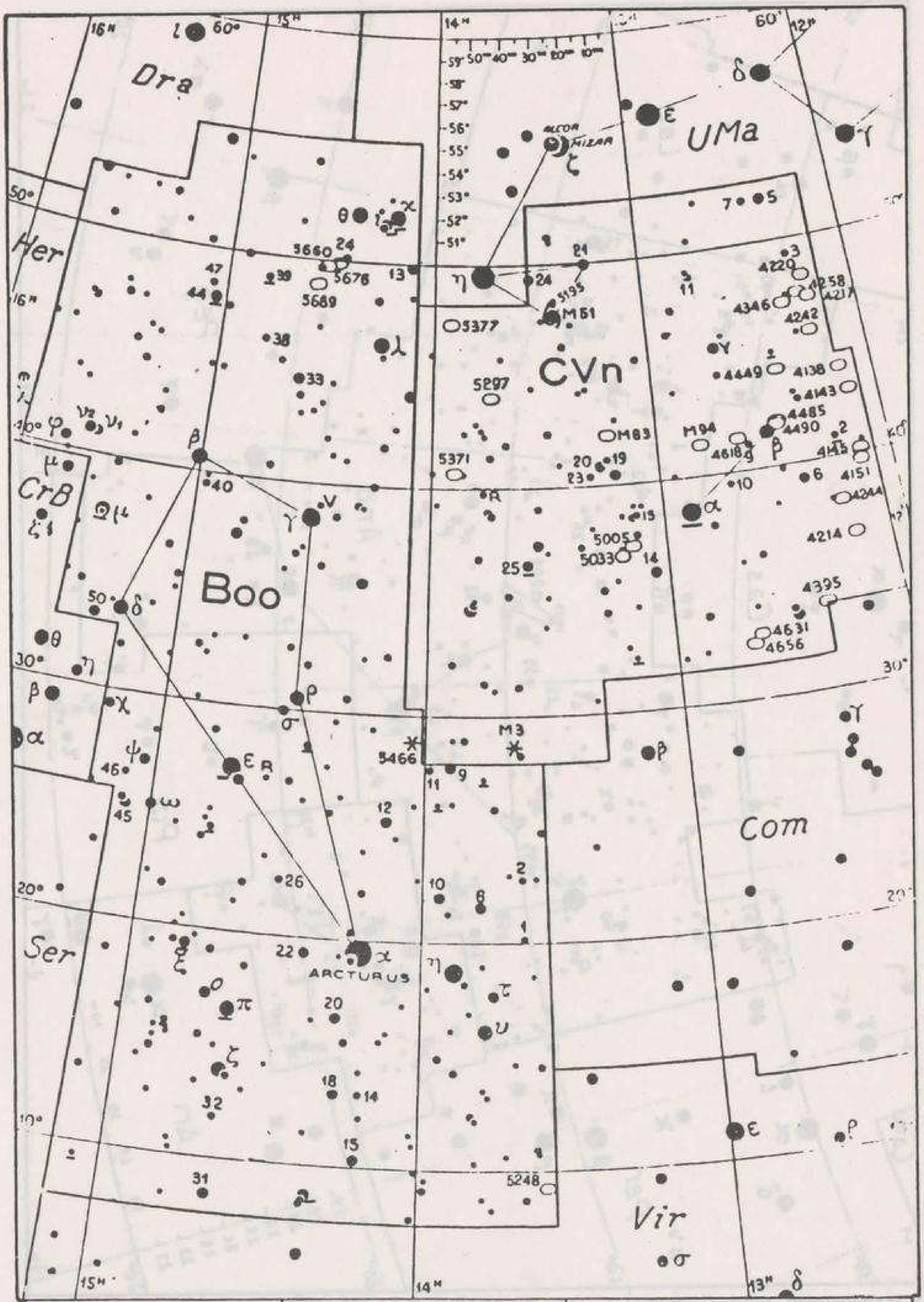

Hya
Sex
Leo
LMi
UMa
Com
CVn
Vir
ESTRELAS
N.° FLAMSTEED
DUPLA
VARIÁVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
AGLOM. ABERTO ou GLOBULAR
N.º MESSIER ou N.º NGC
NEBULOSA EXTRA-GALÁTICA
N.º MESSIER ou N.º NGC
ECLIPTICA
MAGNITUDES APROXIMADAS
−1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Leo·Com
27

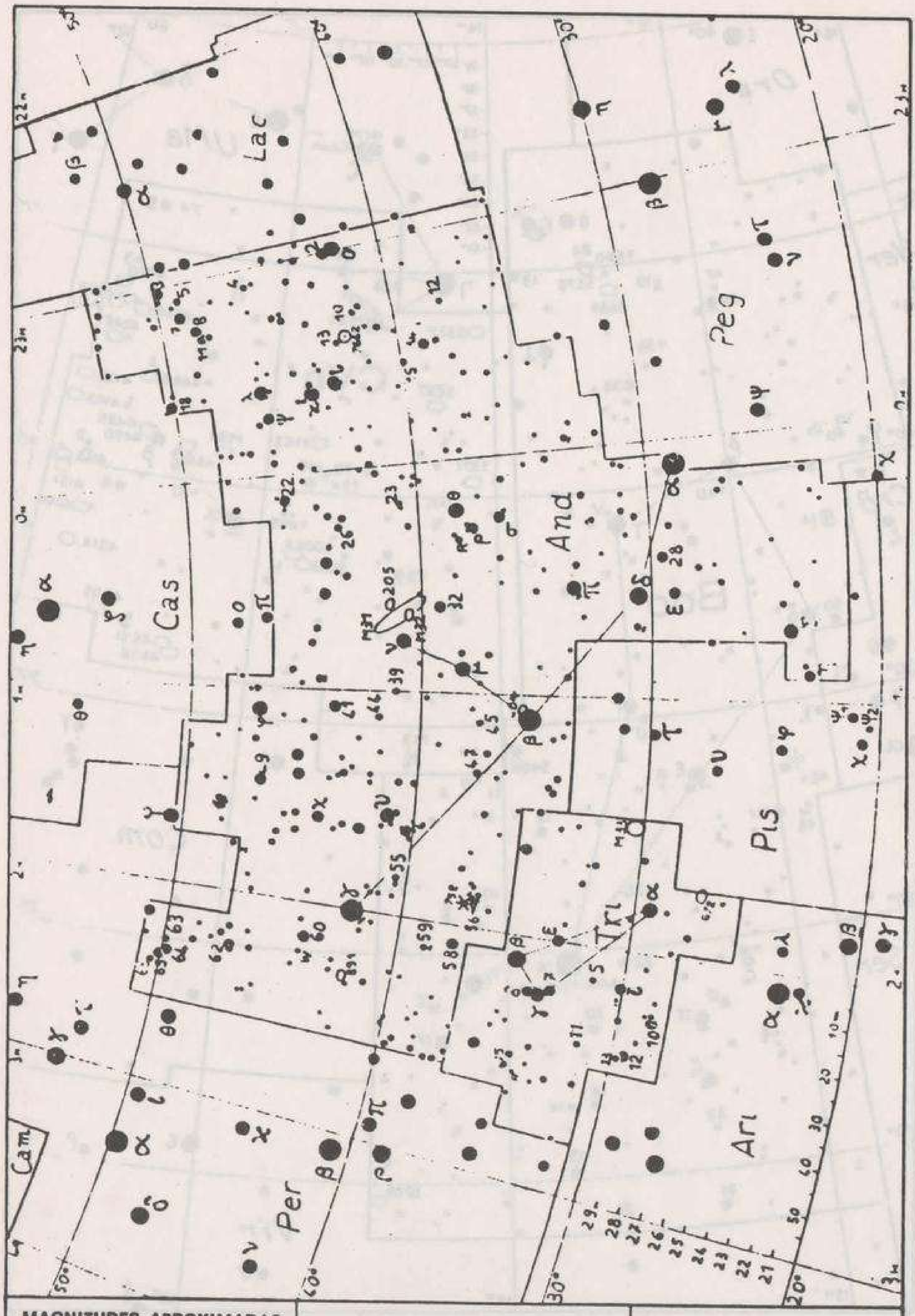

+20°
+10°
0°
-10°
18h
19h
20h
21h
Her
Oph
Ser
Sct
Sgr
Sge
Aql
Del
Peg
Equ
Aqr
Cap
α
β
γ
δ
ε
ζ
η
θ
λ
μ
ξ
π
ρ
σ
τ
φ
ψ
ω
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
* M 26 Aglom. Aberto e Globular N.º Messier ou N.º NGC
O 6814 Nebulosa Extra-Galática N.º Messier ou N.º NGC
EQUADOR GALATICO
ECLIPTICA
11 ESTRELAS N.º FLAMSTEED
± DUPLA
R VARIÁVEL
Aql-Sct
28

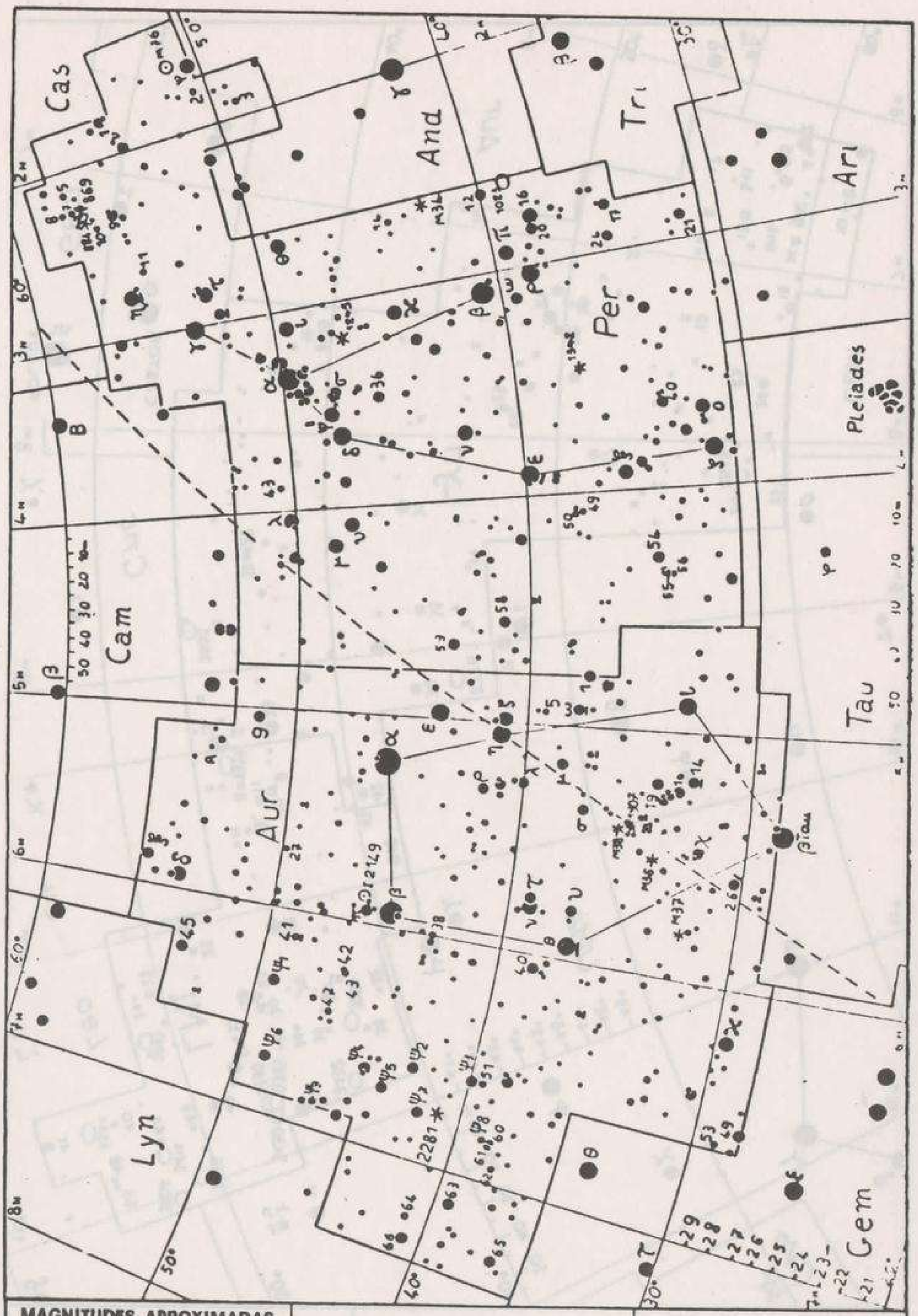

Lyr
Her
Oph
Ser (CAUDA)
Aql
Cyg
Vul
Sge
Del
Peg
Equ
Aqr
ALTAIR
ESTRELAS
N.º FLAMSTEED
DUPLA
VARIAVEL
NOVA
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
AGLOM. ABERTO ou GLOBULAR
N.º MESSIER ou N.º NGC
NEBULOSA PLANETÁRIA
N.º MESSIER ou N.º NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
EQUADOR GALÁTICO
Vul.Sge.Del
29

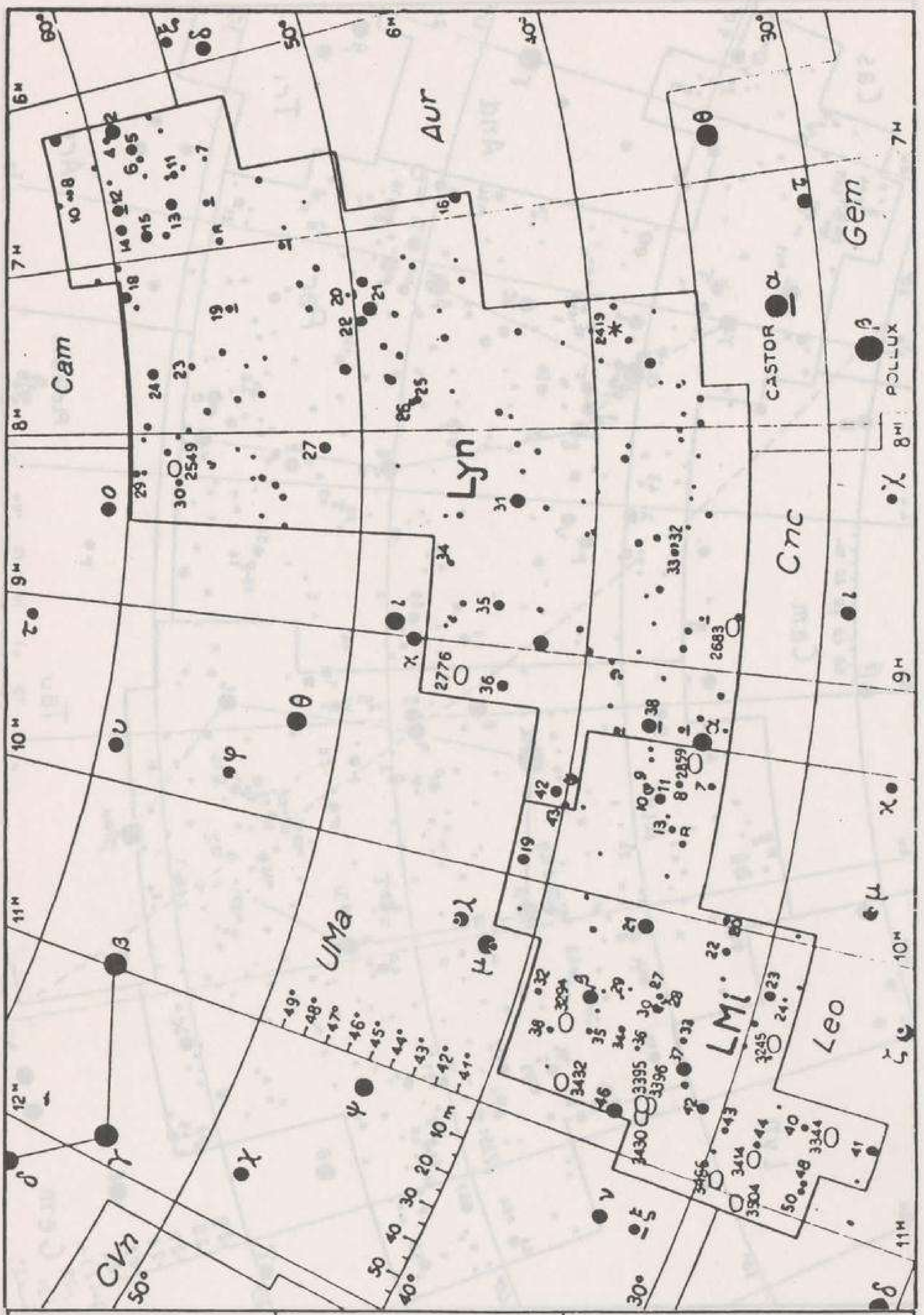

Cyg
Vul
Del
EQU
Lac
PEG
And
Psc
Aqr
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
• 17 N.º FLAMSTEED
• R DUPLA
VARIÁVEL
O 7479 Nebulosa Extra-Galática (N.º Messier ou N.º NGC)
M15 Aglom. Aberto ou Globular (N.º Messier ou N.º NGC)
ECLÍPTICA
Peg-Equ 30


Dra
Boo
CrB
Her
Lyr
Ser
Oph
Aql
Ser
18h
17h
16h
15h
50°
50°
40°
30°
20°
10°
20°
10°
18h
17h
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
DUPLA
VARIÁVEL
Aglom. Abertos e Globulares (N.º de Messier)
Nebulosas Planetárias (N.º NGC ou I C)
Nebulosa Extra-Galática
EQUADOR GALÁTICA
Her-CrB
32

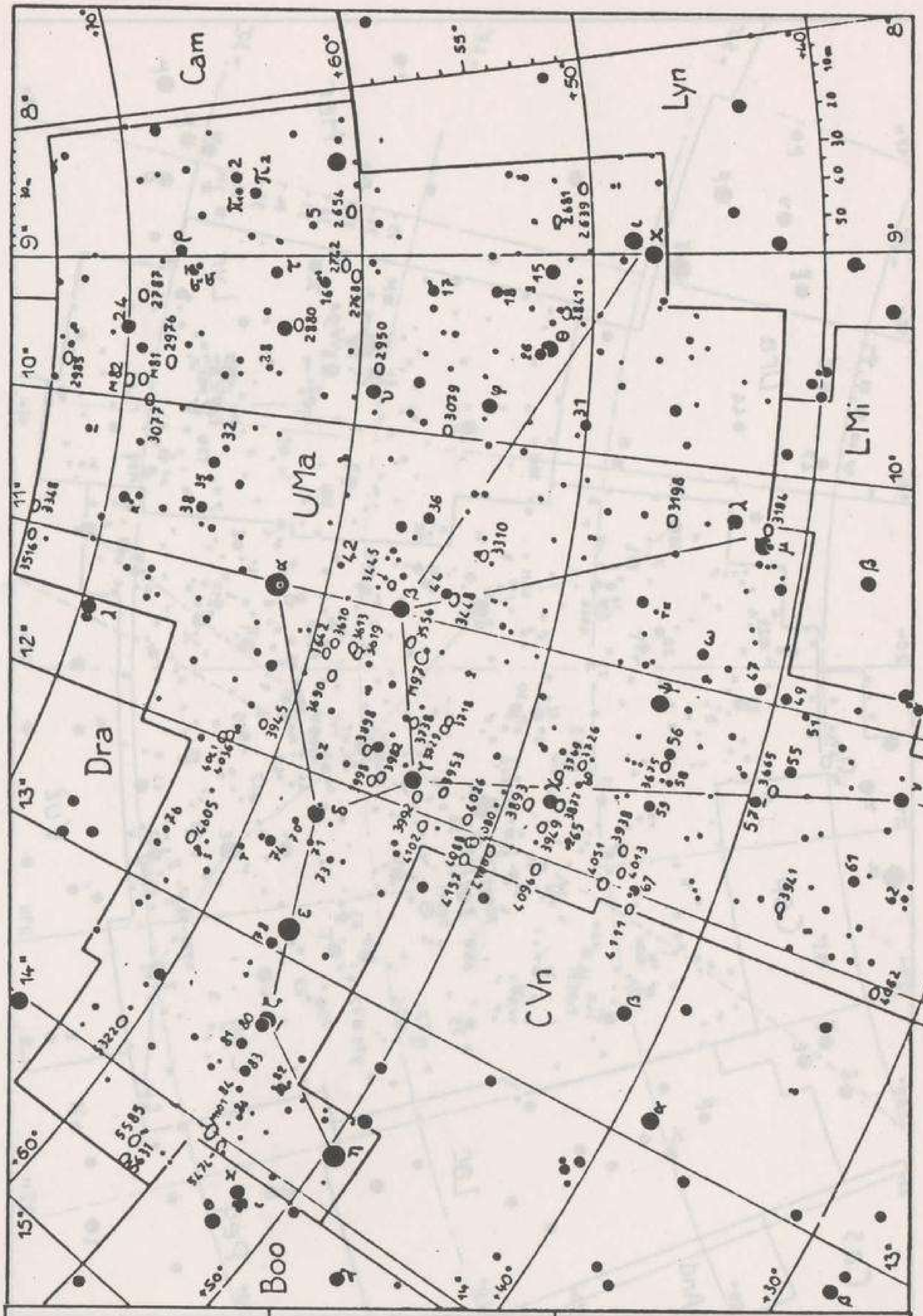

Ori
UMa
Her
CVn
CrB
Boo
Com
Ser
Vir
ARCTURUS
ALCOR
MIZAR
M51
M3
M63
M94
M3
ESTRELAS
45 N.º FLAMSTEED
DUPLA
R VARIÁVEL
AGLOMERADOS E NEBULOSAS
Aglom. Aberto ou Globular
N.º Messier ou N.º NGC
4214 Nebulosa Extra-Galática
N.º Messier ou N.º NGC
MAGNITUDES APROXIMADAS
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7
Boo-CVn
31


Lac
Cas
And
Peg
Psc
Ari
Per
Cam
MAGNITUDES APROXIMADAS
2 3 4 5 6 7
60 N.º FLAMSTEED
ESTRELA DUPLA
ESTRELA VARIAVEL
M32 GALAXIA N.º MESSIER
752 AGLOM. GALATICO OU GLOBULAR
7662 NEBULOSA PLANETARIA N.º NGC
And-Tri
33


Cas
And
Tri
Ari
Per
Pleiades
Cam
Aur
Tau
Lyn
Cem
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
ESTRELA VARIAVEL
ESTRELA DUPLA
GALÁXIA
AGLOMERADO ABERTO
NEBULOSA PLANETARIA
EQUADOR GALÁTICO
Per-Aur
34



ESTRELAS		AGLOMERADOS E NEBULOSAS		MAGNITUDES APROXIMADAS	
●47	N.º FLAMSTEED	✱ 2419	AMAS N.º NGC	-1 0 +1 2 3 4 5 6 7	
●R	ESTRELA VARIÁVEL	○ 2776	Neb. Extra-Galática N.º NGC	LMi-Lyn	35
●	ESTRELA DUPLA				



● 37 ESTRELA (N.º de Flamsteed)

● Z VARIAVEL

DUPLA
● Σ 634 (N.º de Struve)

⊙ M97 : Neb. Planetária (N.º Messier)

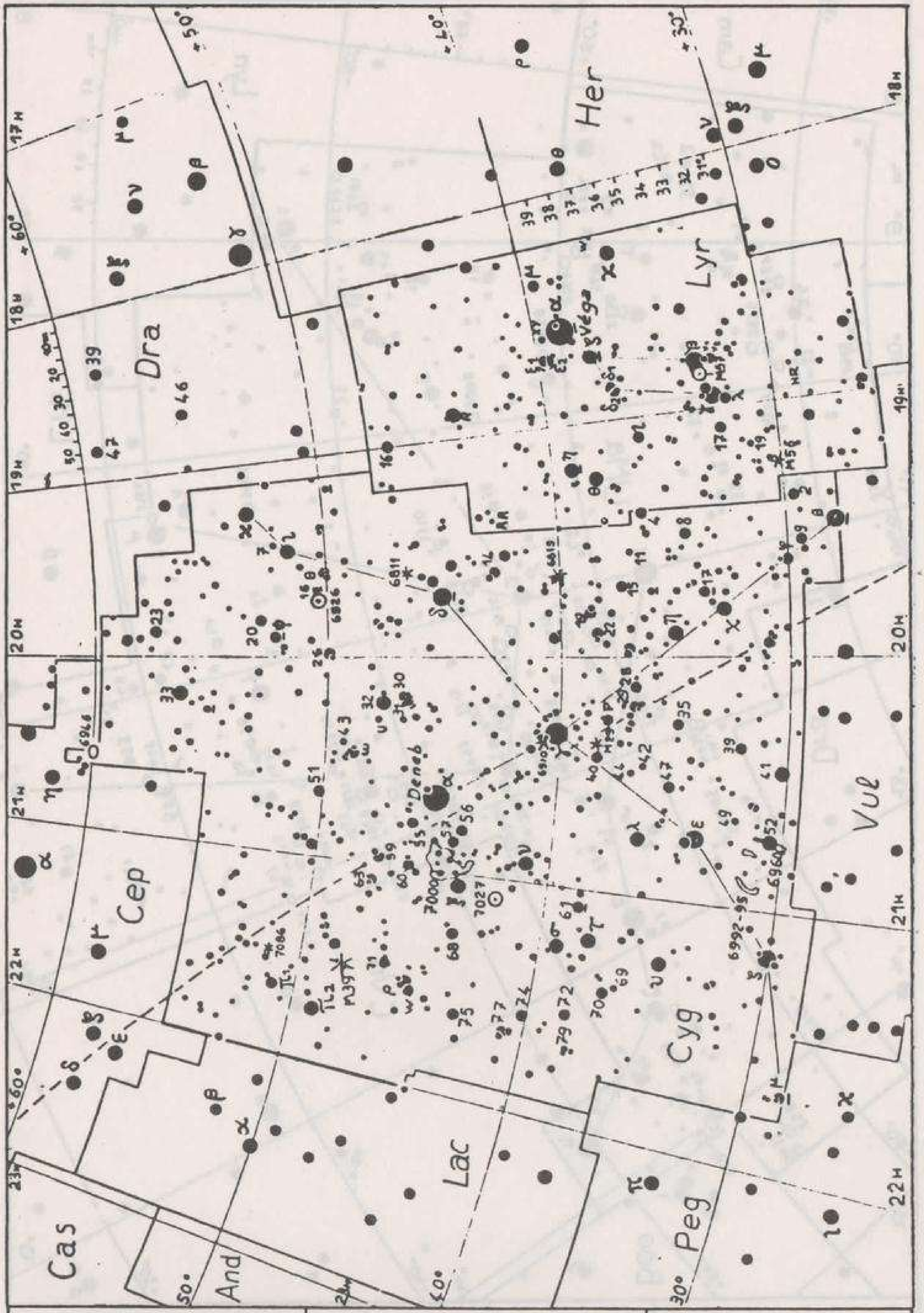
○ 2403 : Neb. Extra-Galática (N.ºs NGC)

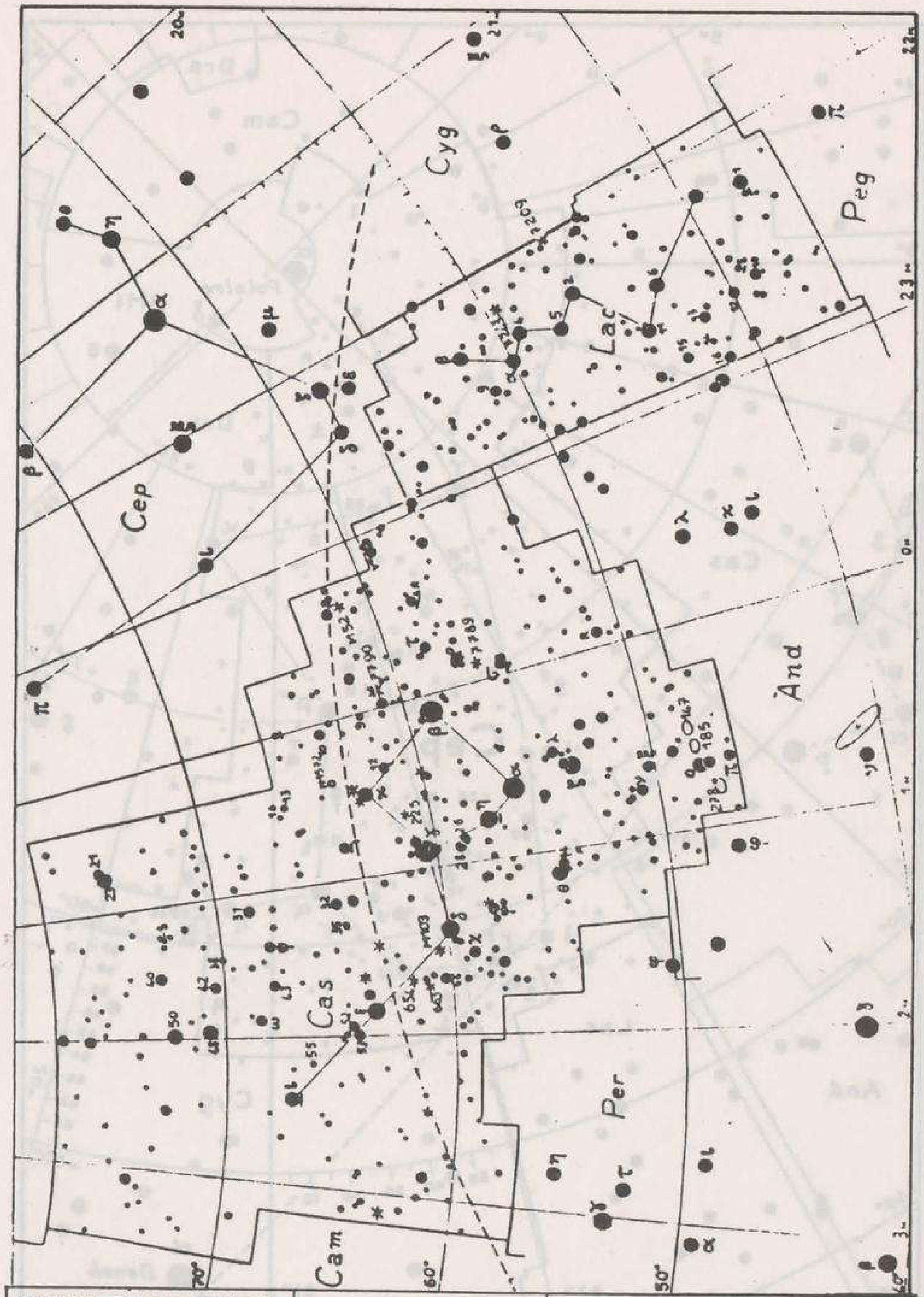
MAGNITUDES APROXIMADAS

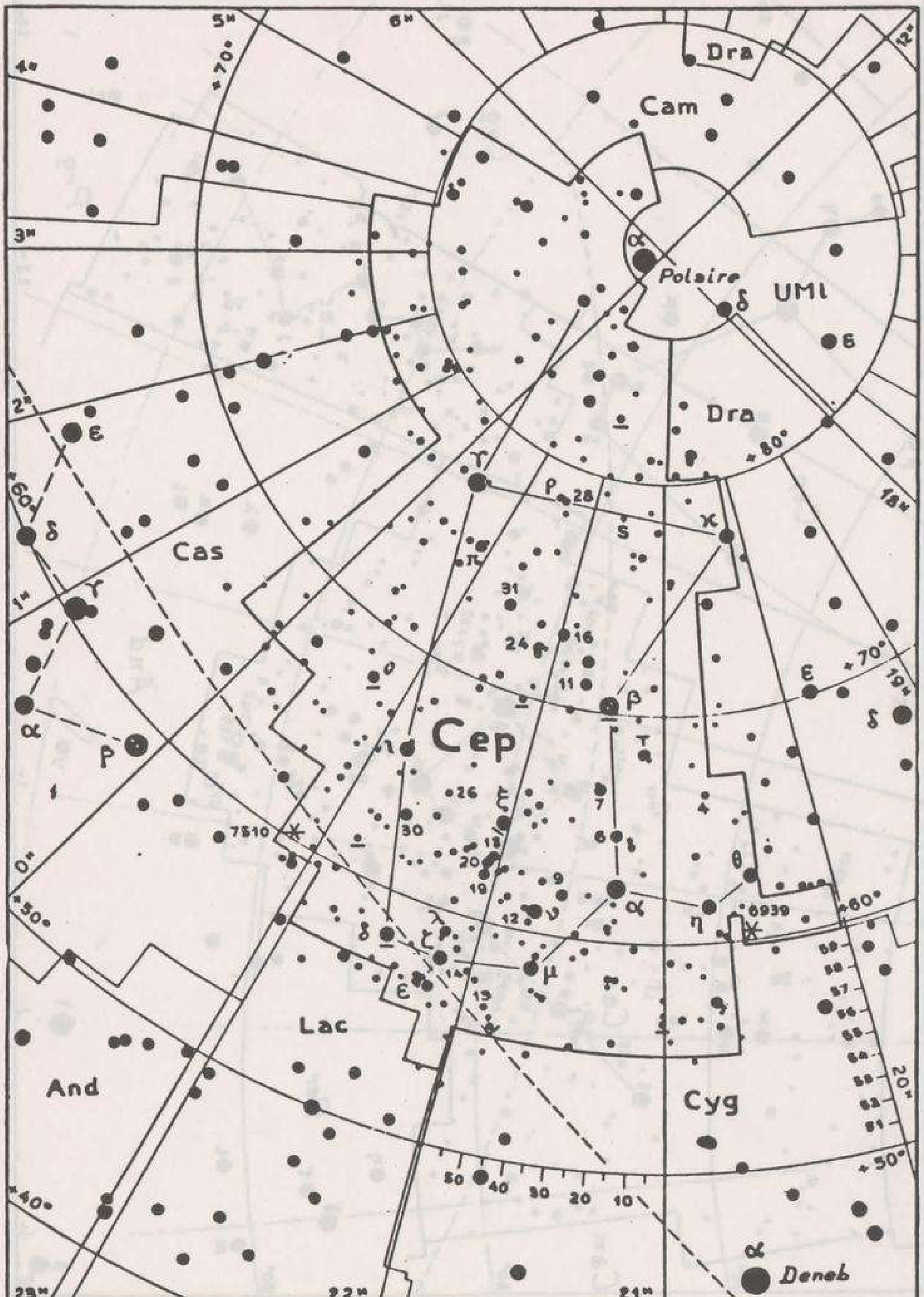
-1 0 +1 2 3 4 5 6 7

U M 8

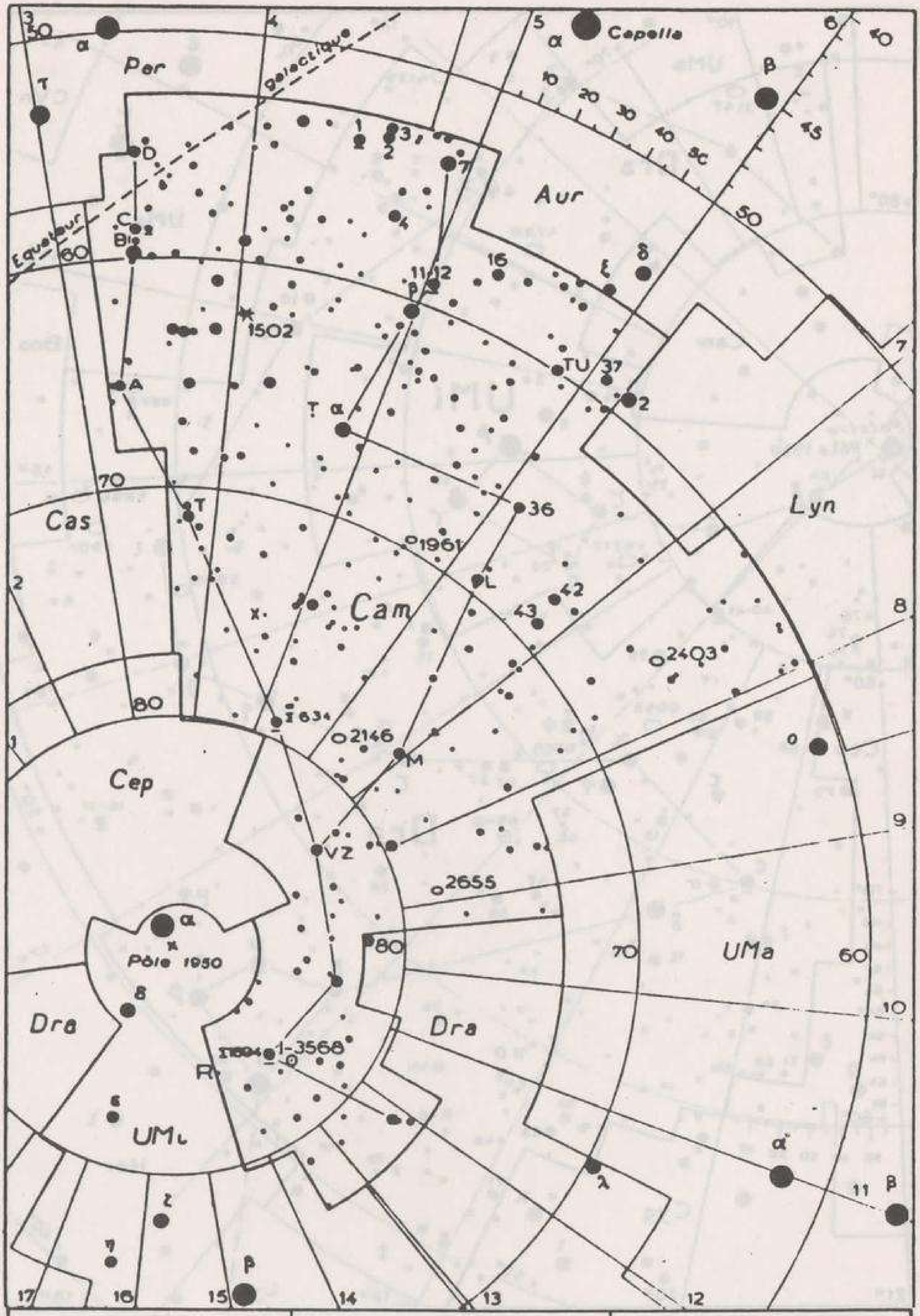
36


Her
Lyr
Dra
Cep
Lac
Cyg
Vul
Peg
And
Cas
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
ESTRELA VARIAVEL
ESTRELA DUPLA
NEB. EXTRA-GALATICA
N.º NGC
AGLOM. GLOBULAR OU
NEB. PLANETÁRIA
N.º MESSIER
NEB. DIFUSA
EQUADOR GALÁTICO
Cyg-Lyr
37

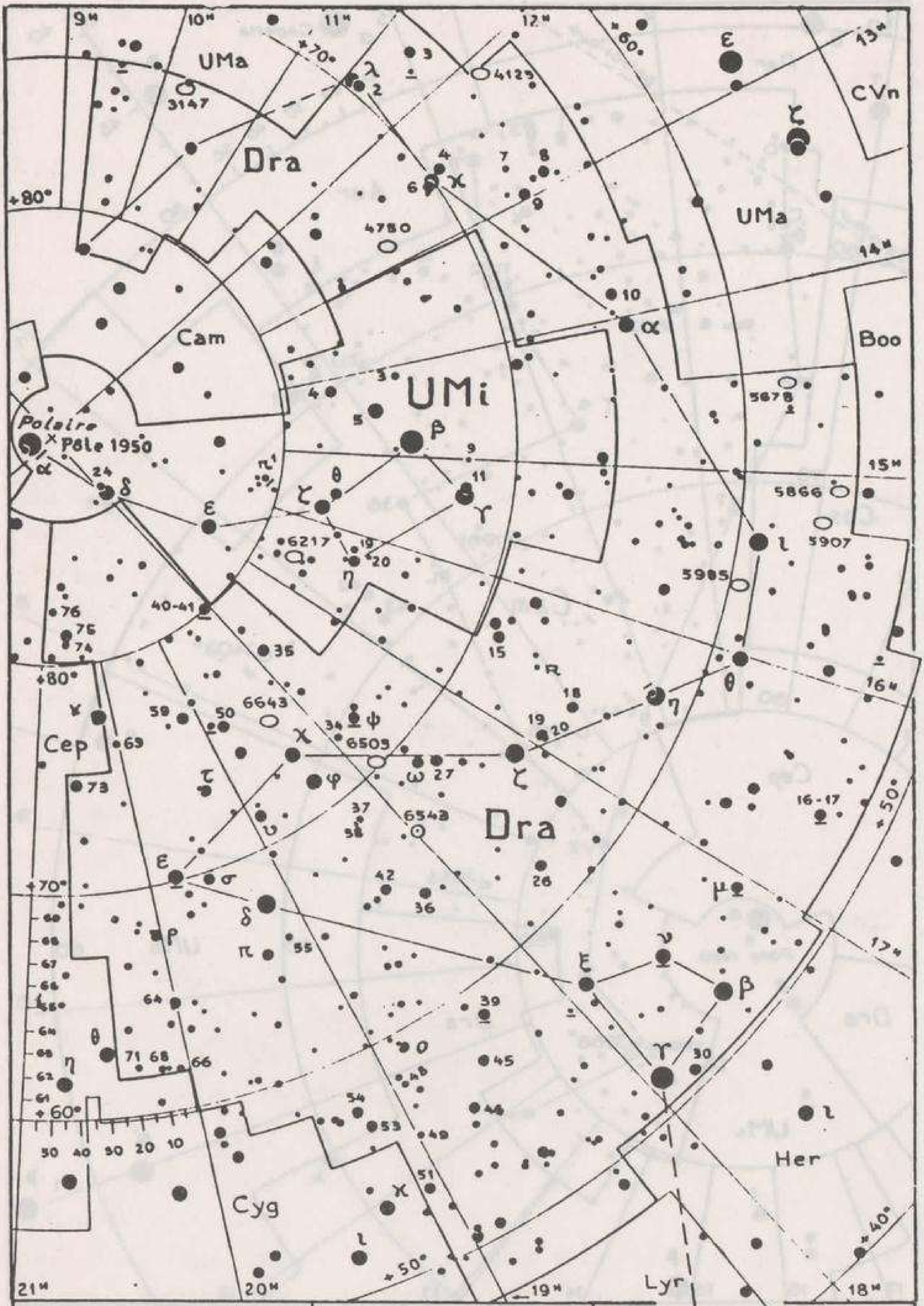

Cyg
Lac
Cep
And
Cas
Per
Cam
MAGNITUDES APROXIMADAS
2 3 4 5 6 7
N.º FLAMSTEED
ESTRELA VARIÁVEL
ESTRELA DUPLA
GALÁXIA
N.º NGC
AGLOMERADO
N.º MESSIER
EQUADOR GALATICO
Cas-Lac
38



MAGNITUDES APROXIMADAS	ESTRELAS	
1 2 3 4 5 6 7	ζ : LETRA DE BAYER 61 : N.º DE FLAMSTEED S : VARIAVEL : DUPLA	EQUADOR GALATICO
6939 : AGLOM. ABERTO OU GLOBULAR (N.ºs NGC)		Cep 39



● 37 Estrela, N.º de Flamsteed	✱ 1502 Aglom., N.º NGC	**MAGNITUDES APROXIMADAS**
● V Z Variável	⊜ I-3568 Neb. Planetária, N.º IC	1 2 3 4 5 6 7
● x Σ34 Dupla, N.º de Struve	○ 2403 Neb. Extra-Galática	**Cam** 40


9h
10h
11h
12h
13h
14h
15h
16h
17h
18h
19h
20h
21h
+80°
+70°
+60°
+50°
+40°
UMa
Dra
Cam
UMi
CVn
Boo
Cep
Cyg
Her
Lyr
Polaire
Pôle 1950
3147
4123
4780
5866
5907
5985
6217
6643
6503
6543
α
β
γ
δ
ε
ζ
η
θ
ι
κ
λ
μ
ν
ξ
π
ρ
σ
τ
υ
φ
χ
ψ
ω
Véga
MAGNITUDES APROXIMADAS
0 1 2 3 4 5 6 7
5866 : Neb. Extra-Galática (N.os NGC)
6543 : Neb. Planetária (N.os NGC)
ESTRELAS
ρ : LETRA DE BAYER
45 : N.º DE FLAMSTEED
R : VARIÁVEL
DUPLA
UMi-Dra
41

Aprendendo a avaliar no céu as distâncias angulares

Sabe o leitor qual a menor distância angular acessível ao olho? Um minuto de arco, ou seja 1'. Em termos palpáveis, compreensíveis, corresponde de 1 centímetro a 34 metros. Não é muito, convenhamos. Há olhos que não possuem tal acuidade. A Lua, por exemplo, quando "cheia", subtende cerca de 30 vezes isso, ou 30 minutos de diâmetro. O mesmo ocorre com o Sol. Esse tamanho aparente tem uma importância relativa já que é possível escondê-lo, estendendo o braço procurando encobrí-lo com seu dedo mínimo.

Vejamos, agora, um modo fácil de avaliar razoavelmente bem as distâncias celestes. Abrindo a mão, mas mantendo todos os dedos juntos, temos o equivalente de 10°, ou seja 20 vezes o diâmetro aparente da Lua e do Sol. Destacando livremente o polegar, a distância abarcada é da ordem de 15°, enquanto que todos os dedos estando largamente abertos, alcança-se 20°. Mais ainda. Se a Lua e o Sol subtendem meio-grau, o espaço ocupado pelas *Plêiades,* aglomerado aberto próximo ao *Touro,* e que a vista normal registra como sendo formado de 8 estrelas (Electra, Mérope, Calaeno, Astérope, Maia, Alcyone, Pleione e Atlas), subtende 1°, ou seja dois diâmetros lunares aparentes. Para tanto verificar, é só aguardar a passagem, relativamente freqüente por sinal, da Lua pelas *Plêiades.* O valor de 2°, ou quatro diâmetros lunares aparentes, pode ser encontrado na *Águia,* onde pontilha *Altair.* Essa bela estrela está distanciada de 2° da estrela "gama" dessa constelação. Experimente, pois, o leitor avaliar a distância aparente entre a "alfa" e a "beta" do *Centauro,* ou então entre a "alfa" da *Crux* e a sua estrela "gama".

Identificando os planetas

Feita a identificação das principais constelações, ou mesmo das chamadas "secundárias", o que aumentará, por certo, o conhecimento particularizado do céu, faz-se necessário identificar alguns dos objetos que, à semelhança da Terra, refletem a luz que o Sol lhes envia.

São eles os *planetas,* ou seja os "errantes", para distingui-los das estrelas, consideradas fixas. A identificação diz respeito à localização, quando possível, já que nem sempre e em toda época do ano, todos os planetas acham-se visíveis.

Note-se que o planisfério não indica a presença dos planetas, o que ocorre também com os atlas estelares. Isso se explica por eles serem móveis, por se deslocarem através das constelações, as zodiacais, como sabemos, pela eclíptica. Dois deles, Mercúrio e Vênus, estão sempre próximos do Sol, seja antes do nascer, seja após o deitar do astro do dia. Isso se deve ao fato de eles gravitarem numa órbita interior àquela da Terra.

Lembremo-nos também que os planetas têm, a olho desarmado, o aspecto de estrelas. Imensamente mais próximos que estas, suas dimensões, entretanto, não bastam para diferenciá-los quanto às distâncias. Entretanto, apresentam uma particularidade que facilita sua localização: *não cintilam* ou, se o fazem, é com pouquíssima intensidade. O aspecto estelar, para a grande maioria deles (*Plutão* é exceção), deixa de existir tão logo um pequeno instrumento é utilizado na sua observação.

Agora, uma constatação. As trajetórias planetárias encontram-se, pelo menos aparentemente, no Zodíaco. Se aprendermos a conhecer as características principais de cada uma das constelações zodiacais, fácil será identificar a presença de um planeta em meio às estrelas que a constituem. Essa é uma das vantagens em conhecer a disposição, o alinhavado desses distritos celestes, pois fácil se tornará constatar a presença de um "estranho" que, note-se, deslocando-se num sentido ou "retrogradando" num outro, permite sua identificação. Aliás, é nessa altura que as efemérides astronômicas, ou "acontecimentos celestes" das revistas astronômicas, ou mesmo os anuários fornecem com antecipação os vários posicionamentos dos planetas nas diversas constelações zodiacais. Foram esses posicionamentos que forneceram aos astrólogos elementos supostamente válidos para a elaboração de seus horóscopos. Sabemos hoje que eles são apenas aparentes já que se trata apenas de *projeções* de astros que são relativamente vizinhos sobre áreas estelares imensamente mais distantes, não havendo a menor relação física entre estas e aqueles.

As efemérides, os mapas publicados nos boletins e anuários astronômicos fornecem os períodos em que tal ou tal planeta tem a sua visibilidade favorável, períodos que por vezes ocorrem no início da

noite, outros durante a segunda parte, outros ainda durante o período diurno, não sendo por isso facilmente acessível. Os momentos favoráveis são aqueles em que o astro cruza o ponto mais alto do céu, ou meridiano, quando a noite atingiu a metade de sua duração. Dois planetas, entretanto, fogem a tal condição, *Vênus* e *Mercúrio*, sempre próximos ao Sol, do qual nunca se afastam muito.

É nessas ocasiões, quando da consulta dos mapas indicando os posicionamentos dos planetas, que o interessado constata a curiosa forma da trajetória experimentada por cada um deles. Não raro lembram verdadeiros zigue-zagues, com arcos numa dada direção, chamada "sentido direto", ou mesmo em outra, oposta, denominada como vimos "retrógrada". Por longo tempo esse comportamento preocupou os antigos observadores. Não atinando com as razões, pois tinham como exato ser a Terra o centro do universo, procuraram através do estabelecimento de aproximações e afastamentos — (os famosos "epiciclos") — explicar essas marchas progressivas e regressivas inexplicáveis. Sabemos hoje, principalmente pela posição da Terra no sistema heliocêntrico que elas são ocasionadas pelas diferenças de velocidades que cada planeta tem ao redor do Sol e decorrentes de uma das leis de *Kepler*. É por causa dessas diferenças que, no caso de *Marte* e a Terra, o referido planeta desloca-se para uma direção, à direita, e, quando da mudança do ângulo visual Terra-Marte, decorrente da maior velocidade orbital de nosso planeta, este passa à frente de Marte com relação às estrelas que lhes servem de fundo. Questão, pois, de perspectiva.

Não raro, entretanto, pode-se confundir uma estrela brilhante com planeta. Isso pode ocorrer com *Antares,* do *Escorpião,* com relação a *Marte,* sobretudo quando esse planeta está no afélio, ou seja o ponto mais distante do Sol, ou ainda *Sírius,* a "alfa" do *Grande Cão,* com *Júpiter*. Com atenção, e sobretudo através de consultas das efemérides, essas confusões podem ser evitadas.

Enquanto os planetas exteriores, distantes, são lentos em seus deslocamentos, *Marte e Vênus* o fazem rapidamente. Acompanhar essas deslocações utilizando estrelas-guias revela-se instrutivo, sobretudo quando o céu disponível oferece condições de boa visibilidade e transparência.

As variáveis estrelas de brilho instável

Nem todas as estrelas brilham da mesma maneira. Já sabemos disso. Há aquelas azuis, brancas, amareladas, avermelhadas, mas há também outras cujo brilho é irregular. No hemisfério norte, por exemplo, existe uma cujo comportamento deu origem à classificação de um tipo especial, as "Algólidas", de *Algol,* a famosa "beta" de *Perseu,* da constelação de igual nome. É uma estrela variável "eclipsante". Seu brilho é igual à magnitude 2,3 durante dois dias e meio; decresce lentamente durante 2h30', baixa para a magnitude 3,5 e em seguida, igualmente em 2h30', volta ao seu valor primitivo, e isso numa regularidade metódica. Sabemos que tal comportamento é atribuído a uma estrela escura, satélite gigantesco, que efetua sua revolução ao redor da estrela brilhante e a eclipsa a cada passagem, o que ocorre exatamente na direção do raio visual.

Há muitas outras, entretanto, que bem ou mal conhecidas aguardam observações cuidadosas. São a bem dizer inúmeras e com isso ao alcance dos observadores amadores e de seus modestos meios ópticos. Entre as mais conhecidas e aqui citadas de passagem, encontram-se por exemplo, a "beta" da *Lira,* a "beta" da *Águia,* a famosa *ômicron* da *Baleia,* ou seja a *Mira Ceti,* variável de longo período etc.

O leitor que se sentisse atraído por tal gênero de observação estaria contribuindo ativa e efetivamente num dos campos mais competitivos da astronomia observacional.

Nosso satélite: a Lua

"Não só o céu profundo atrai a atenção do observador. A companheira da *Terra,* a *Lua,* bem mais próxima, não deixa de fazê-lo também através dos diferentes aspectos de suas fases.

Mesmo a olho nu, basta dispor de noites descobertas para constatar, quando visível, as alterações de seu aspecto resultantes da mudança que sua posição experimenta não só com relação à *Terra* mas com o *Sol* também já que é este último que a ilumina e aquece.

Requer a *Lua* para dar uma volta sobre si o mesmo tempo que emprega para completar a sua revolução ao redor de nosso planeta. Isso faz com que volte sempre o mesmo hemisfério, o mesmo aspecto para nosso mundo.

Para simplificar tal comportamento, é costume representar a *Lua* girando ao redor de uma *Terra* fixa, característica como sabemos do antigo sistema geocêntrico. Na realidade, enquanto a *Lua* gravita ao nosso redor, nosso mundo faz o mesmo à volta do *Sol*, ocasionando a bem dizer um deslocamento de nosso satélite que evidentemente nada tem de circular, mas sinusoidal. Com isso, este último é levado a se encontrar ora entre nós e o astro do dia, ora fazendo com que a *Terra* o faça. Assim, embora o movimento erroneamente circular da *Lua* facilite numa primeira aproximação a compreensão do mecanismo das "fases", não corresponde tal explicação ao que realmente ocorre com nosso satélite.

É esse comportamento, esse "arrastão" a que a *Lua* se vê obrigada a executar em decorrência de menor massa (1/81 da terrestre), e acompanhar a *Terra* em sua trajetória ao redor do *Sol*, que ocasiona a sucessão de aspectos que caracterizam a lunação e que mostra nosso satélite ora finíssimo crescente, ou minguante, ora pela metade, ora ainda cheio. Nada mais do que uma constante mudança do ângulo de iluminação por parte do *Sol*, combinado com o período de sua rotação sobre si mesma. Não há, por conseguinte, "fases" propriamente ditas, específicas, "saltos" de uma "lua nova" para "crescente", daí para a "lua cheia" ou desta para a "minguante". Essas "fases" viram-se atribuídas com propósitos místicos, visando justificar supostas influências. É esse deslocamento contínuo, sem "fases" ou "saltos" que a impede (assim como a *Terra* com relação ao *Sol*) de cair sobre nosso planeta e que levou *Newton* a descobrir a grande lei da gravitação universal. Ao fazê-lo, ocasiona a alteração do ângulo de iluminação que a caracteriza. Opaca como a *Terra*, só com a mudança desse ângulo é que mostra seus aspectos. Refletindo a luz do *Sol*, a *Terra* ilumina as regiões lunares não alcançadas pelo astro do dia: é a "luz cinzenta", visível nos poucos dias que precedem o "crescente" e a "lua nova".

Além do mais, ao que tudo indica, voltará nosso satélite a ser, e isso muito breve, objeto, o alvo de futuras explorações tanto automáticas como pelo próprio homem. Para tanto, basta avaliar os programas espaciais em andamento e futuros.

Na qualidade de antigo observador lunar que fui, sou de opinião que há ainda muito que fazer e descobrir; não só na face conhecida mas naquela que lhe é oposta... Não bastasse o fato de possuir um sem número de aspectos ainda inexplorados, constituiu nosso satélite uma base de excepcional importância para a implantação de bases, principalmente permanentes, não só destinadas a essa exploração sob os mais variados aspectos, como também daquelas que visam o espaço exterior. Neste sentido, inútil seria realçar a importância da *Lua* como base de lançamentos de naves exploradoras do (sejamos por enquanto modestos!) Sistema Solar ou de gigantescos radiotelescópios que, sem as interferências e obstáculos de uma atmosfera, terão, por certo e seguramente, livre trânsito para dirigir suas poderosas antenas para os confins do espaço.

Daí nossa sugestão para os "curiosos do céu", aqueles que procuram um alvo aparentemente fácil para seus telescópios, de pequeno ou médio porte, para que voltem a considerar o astro da noite o alvo senão preferencial pelo menos lembrado. Tempo houve, há cerca de 20 anos, em que a *Lua* monopolizou as atenções de não poucos amadores (entre eles o autor deste livro) e não está afastada a hipótese (muito pelo contrário) de que ela volte, desta feita de maneira mais aprofundada, a atrair a atenção dos cultores de Urânia! Questão de tempo, nada mais...

UM AUXILIAR NA OBSERVAÇÃO DO CÉU: O BINÓCULO

Chegando à introdução da óptica convém lembrar ao leitor o que podemos considerar um axioma: uma lente convexa tende a ocasionar a convergência dos raios luminosos que a atingem. Pelo contrário, uma lente côncava se comporta de maneira oposta: ela os diverge. Denomina-se "campo" a extensão celeste abarcada pelo instrumento.

O leitor deve saber que existem vários tipos de binóculos. Limitemo-nos aos dois mais freqüentemente encontrados: o de *teatro* e o *prismático*.

Falemos dos primeiros. Tais binóculos estruturam-se segundo o velho modelo dito "de Galileu", antigo pois de mais de 370 anos. Dispõem de uma objetiva convexa formando do objeto observado uma imagem real invertida. Essa imagem é então examinada através de uma ocular côncava que por sua vez fornece uma imagem ampliada disposta do mesmo modo que o objeto, ou seja uma imagem direita. Uma das vantagens dessa disposição é exigir pouco espaço. Em contrapartida, não permite ela aumentos elevados, o máximo sendo alcançado com 3 ou

4 vezes. Outro fator que lhe reduz o uso é ser tal disposição de campo restrito, reduzido, condição nada recomendável no uso astronômico, razão pela qual não é tal disposição mais empregada na área.

Quanto ao segundo tipo, por sinal muito mais interessante, deve-se registrar uma condição inicial. O aumento que podem propiciar seria dificilmente utilizado se fosse obtido segundo a disposição clássica de uma luneta. O manuseio resultante tornar-se-ia incômodo e, muito provavelmente, não concederia ao instrumento a utilidade que possui. Uma disposição engenhosa, entretanto, graças ao emprego de prismas de reflexão total, permitiu contornar tal inconveniente sem causar redução importante da luminosidade. Muito pelo contrário, alguns modelos são excepcionalmente luminosos a ponto de permitir, de acordo com o diâmetro útil das objetivas, a percepção de estrelas de pouco brilho e totalmente fora do alcance da vista desarmada. Não esqueçamos que a última magnitude acessível ao olho é de 6.ª magnitude. Um desses binóculos, o clássico "50 x 7", é particularmente interessante quando empregado na observação noturna do céu. Veremos em breve porquê.

Entretanto, o binóculo apresenta um senão importante. É que seguro na mão, os tremores involuntários desta última tornam a observação difícil ou mesmo impraticável. Basta apoiá-lo em alguma coisa, no peitoril de uma janela, ou de encontro a um suporte, para verificar-lhe a utilidade.

Como efetuar, por conseguinte, uma observação ao ar livre, longe de qualquer apoio? A maneira mais fácil é recorrer a uma haste, e colocá-la de modo a receber o binóculo, justaposta na sua parte mediana, entre os dois cilindros do conjunto. Sentados, e com o binóculo um pouco mais alto que os olhos, verificaremos que o seu rendimento é consideravelmente melhorado já que o campo, permanecendo fixo, a visão alcança a plenitude de suas possibilidades.

Para que se tenha uma idéia dessas possibilidades, examine-se o quadro indicando as diversas características dos binóculos prismáticos:

∅mm	*Aumento*	*Campo a 1000 m (em m)*	*Campo (em °)*	*Magn. Estelar limite*
30	8x	150	9°	9.ª
40	8x	165	10°	9.7
50	7x ○	130	8°	10.2
	10x	120	7°	10.2
60	8x ○	110	6.5°	10.9
	15x	80	5°	10.9
80	11x	80	5°	11.2
	15x	75	4.5°	11.2
	22x	55	3°	11.2
100	14x ○	65	4°	12
	26x	45	2°	

○ Tipos cuja luminosidade os torna particularmente interessantes nas observações

Nota: Na prática, e por causa da absorção ocasionada pelos prirsmas, faz-se necessário diminuir de uma unidade a magnitude estelar indicada.

O teste para verificar um bom binóculo é simples. O interessado deve proceder da seguinte forma:

1 — Fechar o olho direito, ou melhor ainda, tampe-se a objetiva da direita e gire-se o controle central para regular a visão com o olho esquerdo;

2 — Fechar o olho esquerdo, ou tampe-se a objetiva da esquerda, acionando-se o anel ocular da direita a fim de regular a nitidez para o olho direito.

3 — Modificar o afastamento dos dois setores oculares compondo o binóculo para que as imagens observadas se superponham de maneira exata.

As possibilidades são interessantes e merecem ser levadas em consideração. Vejamos porquê.

LUA — Astro acessível, nosso satélite é o que se encontra em melhores condições. Quando se recorre a binóculo potente tem-se ao alcance o *conjunto da topografia lunar* o que já permite, sobretudo ao principiante, conhecer o aspecto geral, de conjunto, da *Lua.* Mediante o auxílio de um mapa reconhecem-se as vastas planícies, denominadas "mares", algumas das grandes formações, e sobretudo os sistemas de raias brilhantes, como o que se origina em *Ticho,* por exemplo.

Obs. — Como o binóculo possibilita uma imagem erecta, o observador deverá cuidar do posicionamento do mapa.

SOL — A não ser que se utilizem filtros frontais, do tipo "Solar Skreen" *não se recomenda o emprego de vidros negros ou, o que excluímos, o método de enegrecimento das objetivas.* Mais interessante, embora algo restrito, é o sistema de projeção.

JÚPITER — Quando potente, um binóculo revela o planeta gigante sob o aspecto de pequeno disco acompanhado de seus principais satélites, minúsculos pontos de luz. Registram-se as variações de posições dė uma noite para outra.

COMETAS — Um dos campos mais férteis para o emprego de um bom binóculo.

ESTRELAS — NEBULOSAS — Trata-se da área por excelência do binóculo, sobretudo para o principiante que tem a seu favor a luminosidade, o campo e, o que é talvez o mais importante, imagens erectas idênticas ao que é dado ver a olho desarmado. Um suporte como aquele já mencionado possibilita uma melhoria fora do comum, surpreendendo não raro o que é dado observar através de um instrumento aparentemente insuficiente. Volte-se o mesmo, por exemplo, para os aglomerados abertos, como as *Plêiades* ou as *Híades,* ou então as extensões leitosas, indefinidas. Dirija-se um bom binóculo, como o 50x7, para as regiões circumpolares e avalie-se o que é dado ver. Procure desdobrar as estrelas múltiplas, os sistemas duplos fáceis, como

aqueles do *Escorpião (ômega* e *mu),* da *Lira (delta* e *epsilon),* do *Touro (tau),* do *Capricórnio (alfa),* da *Balança* ou *Libra (alfa)* ou ainda do *Órion (theta)* etc.

E, claro, as variáveis, campo esse particularmente acessível ao binóculo.

VIA LÁCTEA — Inconcebível o rendimento de um binóculo de boa luminosidade (visão noturna) quando aplicado na observação dessas majestosas regiões. Principalmente quando o olhar é dirigido para as áreas vizinhas do plano de nossa galáxia. As desigualdades de concentração começam a se revelar já que milhões e milhões de estrelas, demasiadamente próximas umas das outras, mostram não poucos detalhes, inclusive falhas que permitirão ser avaliadas de modo global pelo observador armado de instrumento suficientemente potente.

O binóculo, primeiro degrau instrumental a serviço do olho, só se vê ultrapassado pela pequena luneta, pelo modesto telescópio. Entretanto, permite ele abarcar em grande escala e de maneira eficiente o gigantesco palco que nos envolve. Lembramos ao leitor, para efeito de experiências, que a potência de um binóculo é indicada pelos números inscritos em sua face ocular. Assim, um "50 x 7" (erroneamente indicado como sendo "7 x 50") significa 50 mm de diâmetro e 7 aumentos. É o quociente da divisão do número maior pelo menor que fornece o valor da "pupila de saída", fator de grande importância na avaliação e utilidade desse instrumento.

A LUNETA ASTRONÔMICA E COMO ELA FUNCIONA

Uma pequena introdução à óptica

Contrariamente ao que pensa a grande maioria das pessoas, a luneta astronômica não tem grande complicação em sua construção: apenas um tubo fechado de um lado pela objetiva e do outro lado pela ocular.

A coisa se complica um pouco quando se entra nos detalhes de cada um desses setores. A objetiva é um sistema convergente, de grande distância focal, da ordem de 1 a 20 metros, por sua vez constituído de duas lentes associadas. Tal sistema tem como finalidade fornecer uma imagem real de uma estrela situada no infinito. Essa imagem vê-se formada no plano focal do sistema óptico, da objetiva. Quanto maior for a distância focal da objetiva (distância essa denominada *F*), maior será a imagem. Como resultante, maior também será o tubo.

Essa imagem é observada através de uma lupa especial, denominada ocular, e cuja distância focal (denominada *f*) deve ser curta a fim de que o aumento resultante seja elevado.

A luneta astronômica inverte as imagens.

A focalização — A função da ocular é ampliar. Para tanto, precisa ela ser deslocada com relação à imagem do objeto. Essa operação, chamada focalização, é feita dentro de limites da ordem de 1/10 de milímetro aproximadamente. É efetuada, seja manualmente, seja através de cremalheira, um sistema de pinhão que desloca a ocular, ou antes o tubo portando a ocular, numa distância que vai de 5 a 15 cm.

O aumento — Em poucas palavras, o aumento de uma luneta é a relação do diâmetro aparente da imagem com o diâmetro aparente do objeto:

$$A \text{ (aumento)} = \frac{\alpha}{\alpha'}$$

Uma luneta ideal, denominada "afocal", ou seja quando o foco-imagem da objetiva coincide com o foco-objeto da ocular, vê-se obtida quando F sendo a distância focal da objetiva e *f* aquela da ocular, o aumento resultante é o quociente:

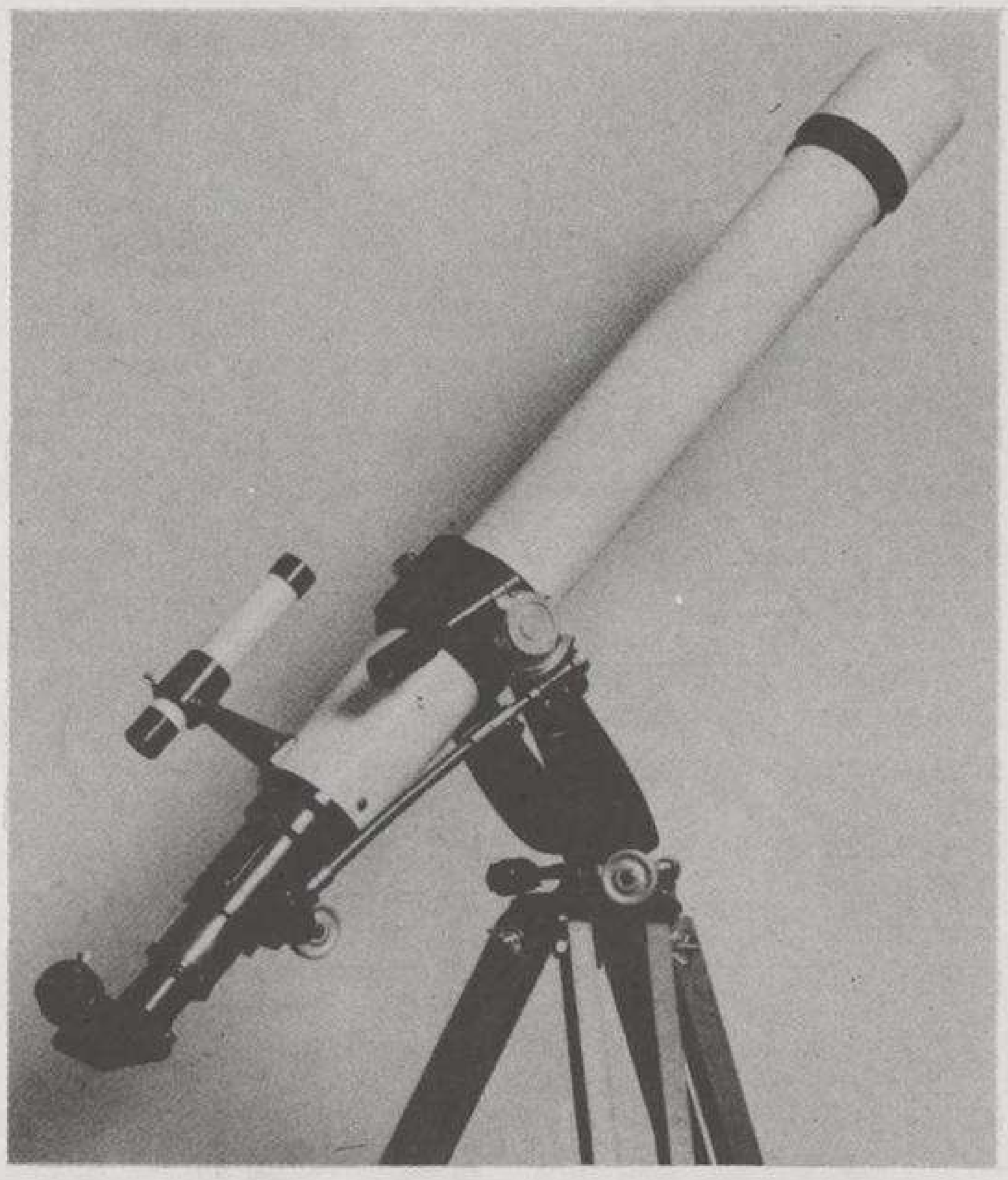
$$A \text{ (aumento)} = \frac{F}{f}$$

Para exemplificar, consideremos um pequeno refletor, um telescópio com um espelho de 115 mm e uma distância focal de 900 mm, conhecido como um "115/900". Se utilizado com uma ocular de 15 mm de distância focal, o aumento obtido será igual a

$$A \text{ (aumento)} = \frac{900}{15} = 60 \text{ x (vezes)}$$

Esse valor A vê-se indicado em "vezes" ou "aumentos". O aumento sendo sempre um fator multiplicador utiliza-se normalmente "x".

Como se calcula a luminosidade de um instrumento — Fator de grande importância na avaliação de um instrumento dado, podemos considerar a luminosidade desse instrumento como sendo a relação da quantidade de luz recebida pela objetiva, ou espelho, e aquela recebida pelo olho do observador. É ela medida calculando-se o quociente da superfície da objetiva, ou espelho, por aquela da pupila do olho em plena escuridão, isto é, à noite.



Montagem azimutal (ou altazimutal). Disposição típica do refrator (luneta astronômica) como encontrado no comércio.

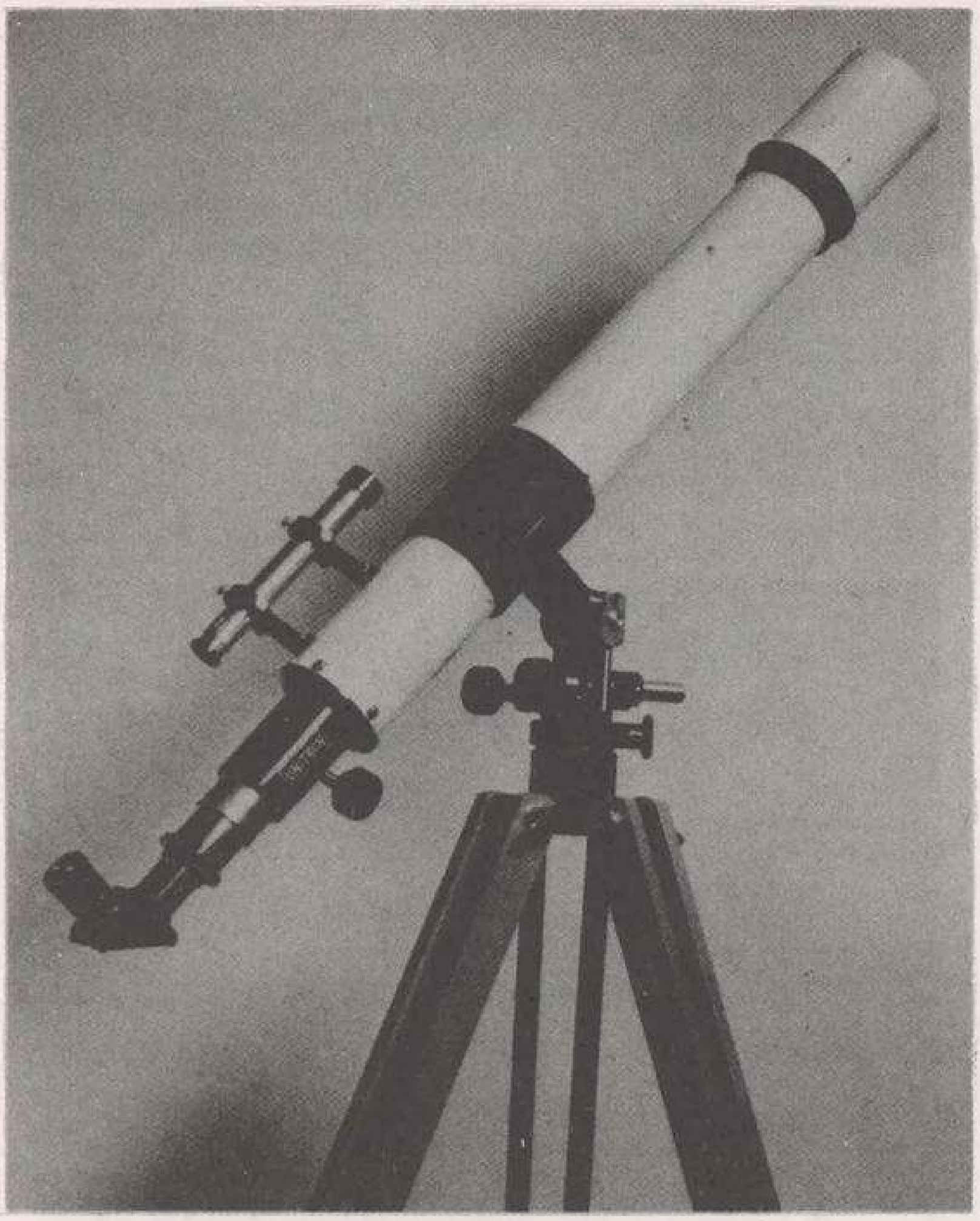
Como sabemos, a pupila do olho humano mede em média durante o dia, em plena luz, 2 mm. À noite, ela tende a dilatar-se até 6 mm, passando a coletar um feixe luminoso de idêntico diâmetro. Representado por D o diâmetro do instrumento em milímetros, a luminosidade resultante pode ser calculada como segue:

$$L = \frac{D^2}{6} = \frac{D^2}{36}$$

Assim sendo, a luminosidade do telescópio acima considerado, de 110 mm de abertura, é avaliada como sendo igual a

$$110^2 / 36 = 336$$

o que quer dizer que um instrumento dotado de tal diâmetro coleta



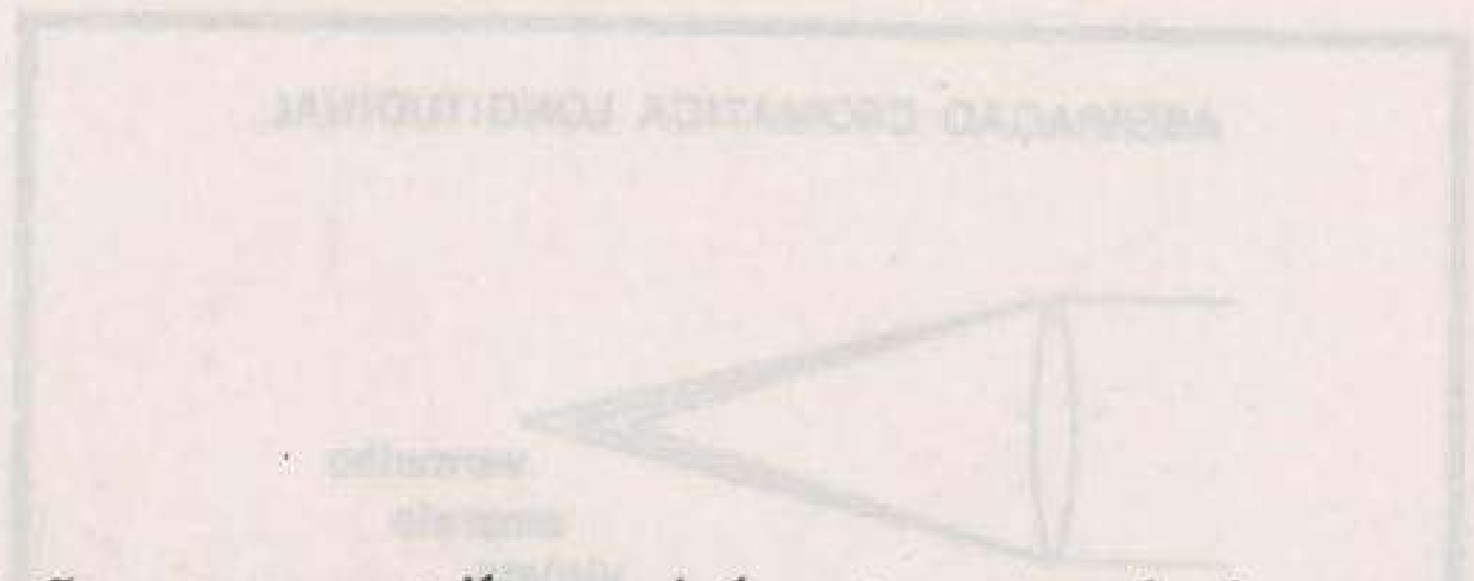
Montagem equatorial simplificada. Variante permitindo adaptação satisfatória (para pequenos refratores) em qualquer latitude.

cerca de 336 vezes mais luz que nosso olho num ambiente correspondente à noite.

É dessa luminosidade que irá depender o brilho, ou a magnitude da mais fraca estrela observável através desse instrumento. A fim de observar estrelas, digamos quatro vezes menos luminosas, haverá necessidade de dobrar, duplicar o diâmetro da objetiva. A notar que o fator aumento não tem a menor relação nessa regra, fator este a ser considerado pelo observador.

A luminosidade resultante pode ser totalmente transmitida à retina se, note-se bem, uma ocular fornecendo uma "pupila de saída" da ordem de 6 a 7 mm for utilizada. *Vide* ilustração correspondente para melhor avaliação.

ÓPTICA INSTRUMENTAL



Como já acenado, não poucos atribuem à luneta astronômica uma complicação que ela em absoluto não tem. Apenas uma lente, de grande diâmetro, com as superfícies quase nada encurvadas, diz respeito à objetiva. Quanto à ocular, uma lupa de pequeno diâmetro e nada mais, já que o tubo nada contém, salvo não raro dois ou três diafragmas, destinados a impedir reflexos inconvenientes.

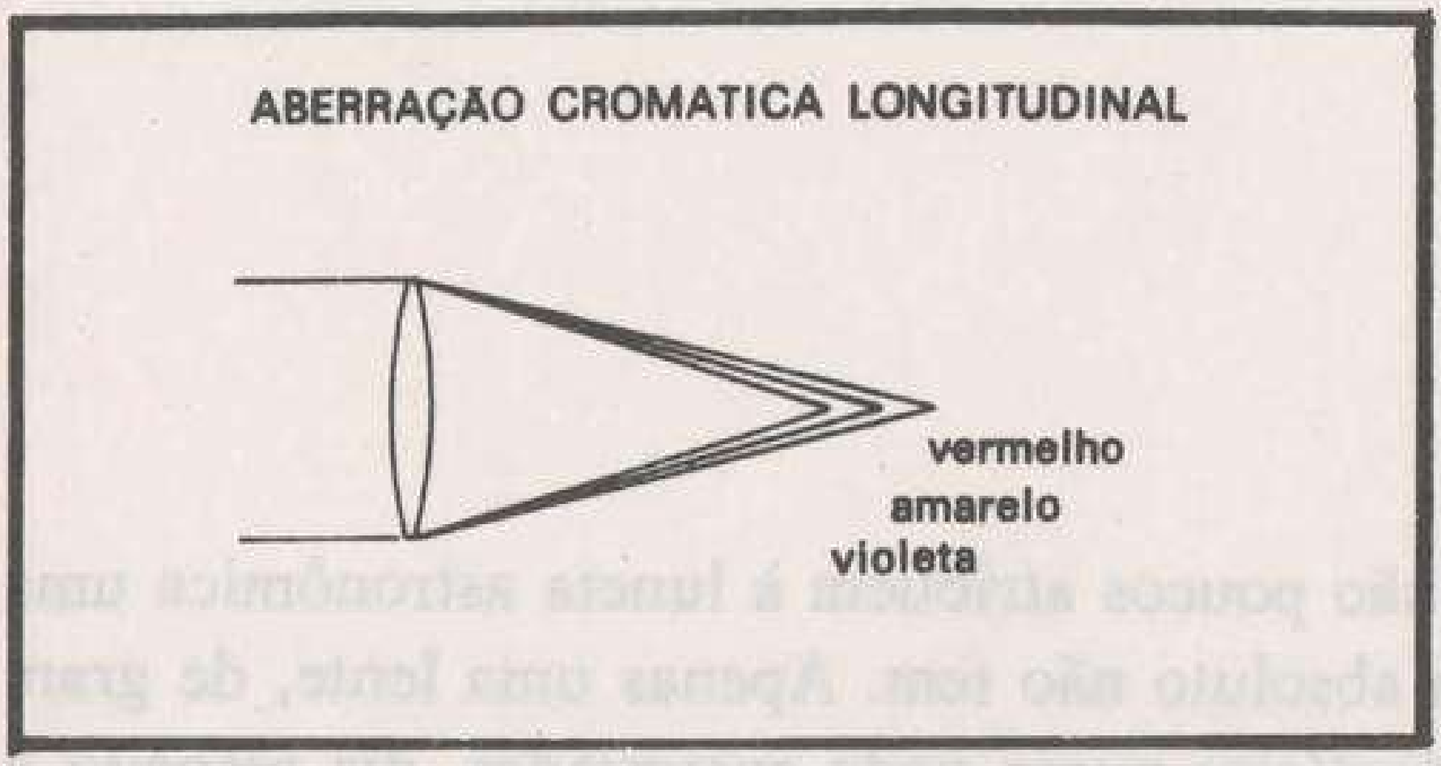
A objetiva — Antigamente, nos primórdios da óptica instrumental, as lunetas empregavam duas lentes convexas, simples. As imagens resultantes eram imprecisas, e cercadas de irisações coloridas. Possuíam o que se convencionou chamar de *aberrações* na linguagem dos ópticos. Em suma, defeitos afetando seu rendimento (como aberração esférica, cromática, etc).

Dizer o que foi a luta para anular, ou pelo menos corrigir tais aberrações é contar a história da óptica.

Atualmente, uma objetiva astronômica é composta de *duas lentes* acopladas mas, note-se, não coladas. Uma delas, é um *crownglass,* vidro composto na base de cal, muito dispersivo na região verde do espectro. Trata-se de uma lente convergente de característica biconvexa mas cujas superfícies não possuem a mesma curvatura. A outra lente

é feita de *flint-glass,* um cristal em que o chumbo entra de modo importante, sendo por isso mais pesado, e possuindo grande dispersão na faixa espectral correspondente ao violeta. Trata-se de um menisco divergente, onde uma face é côncava e a outra ligeiramente convexa.

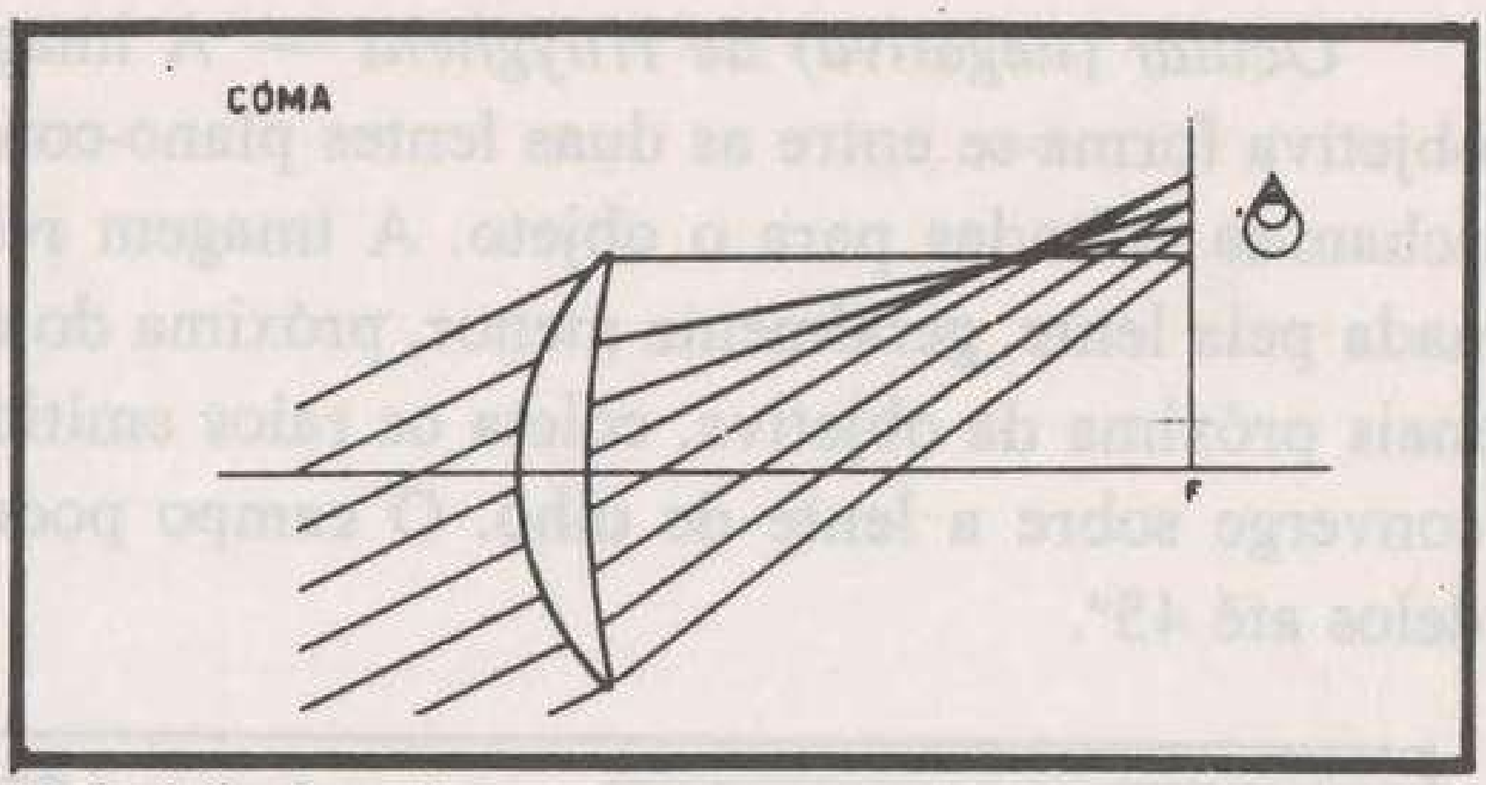
A ocular — Esse tipo especial de lupa experimentou igualmente muitos aperfeiçoamentos. Dois grandes nomes do passado, *Huyghens* e *Ramsdem,* muito contribuíram para que esses melhoramentos ocorressem e suas normas são ainda hoje regularmente empregadas. Descrevamos esses dois tipos clássicos.

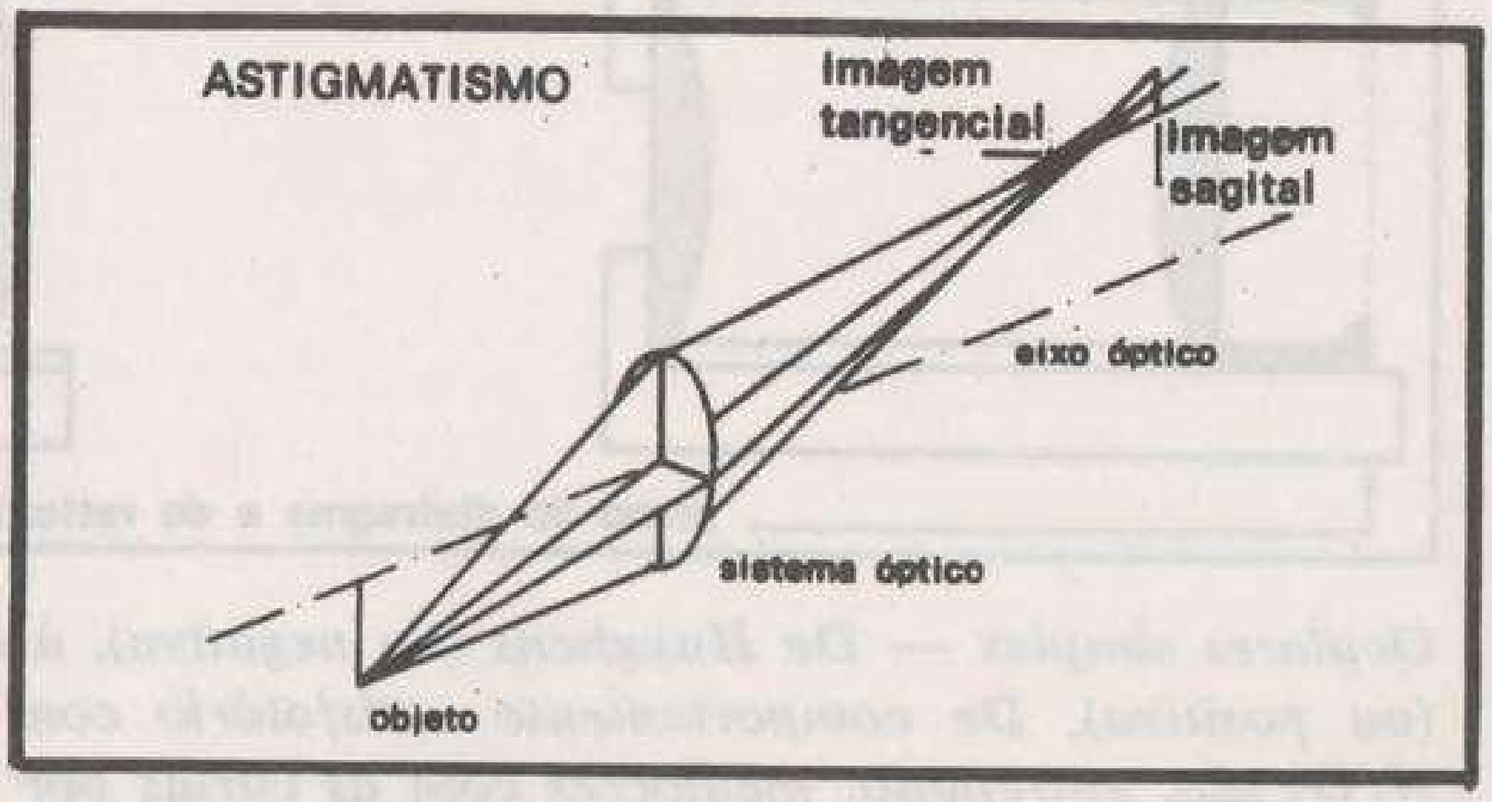


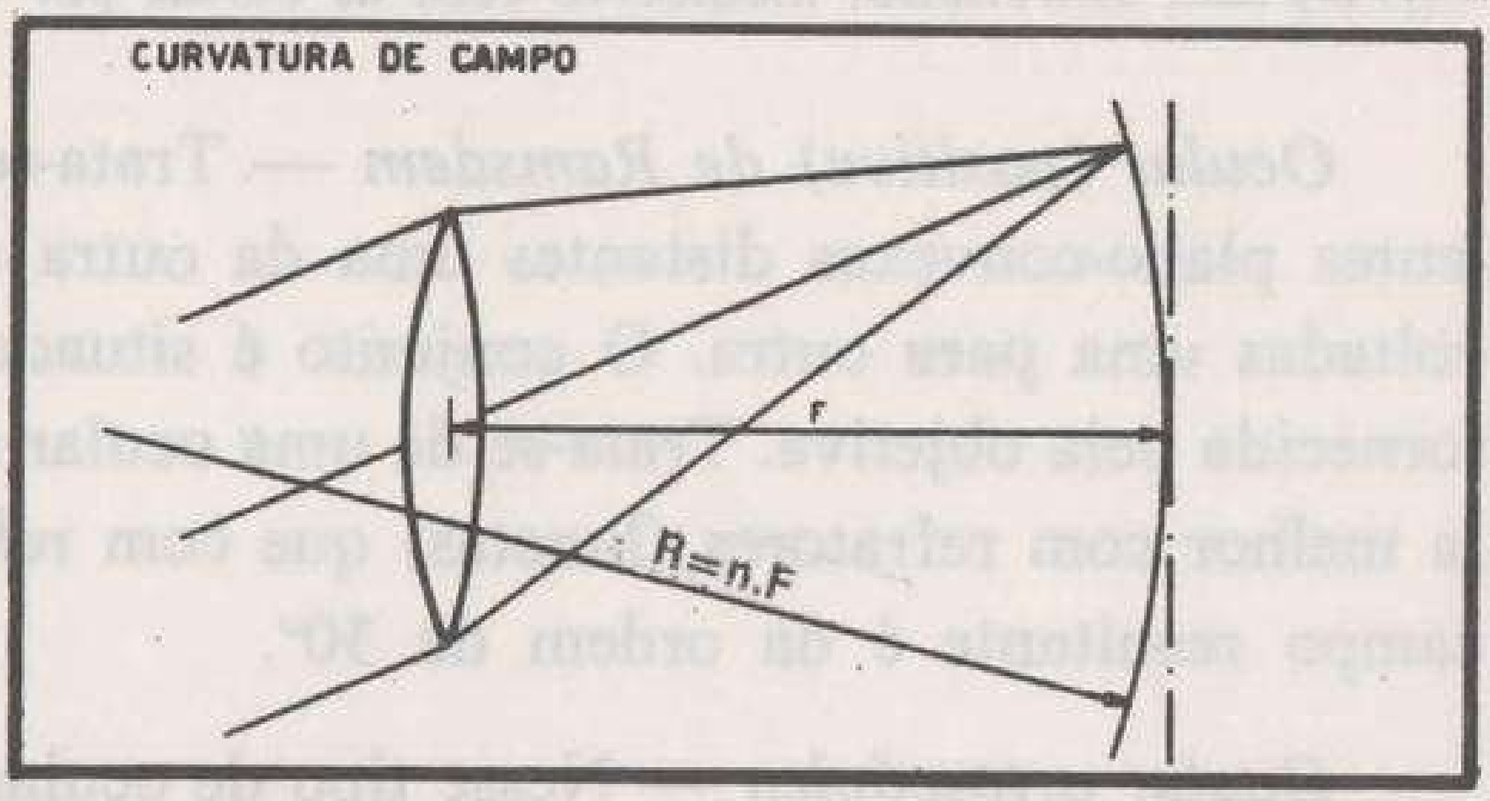
As principais aberrações (defeitos) que afetam as lentes simples. Muito embora pertinentes ao óptico, o conhecimento des-

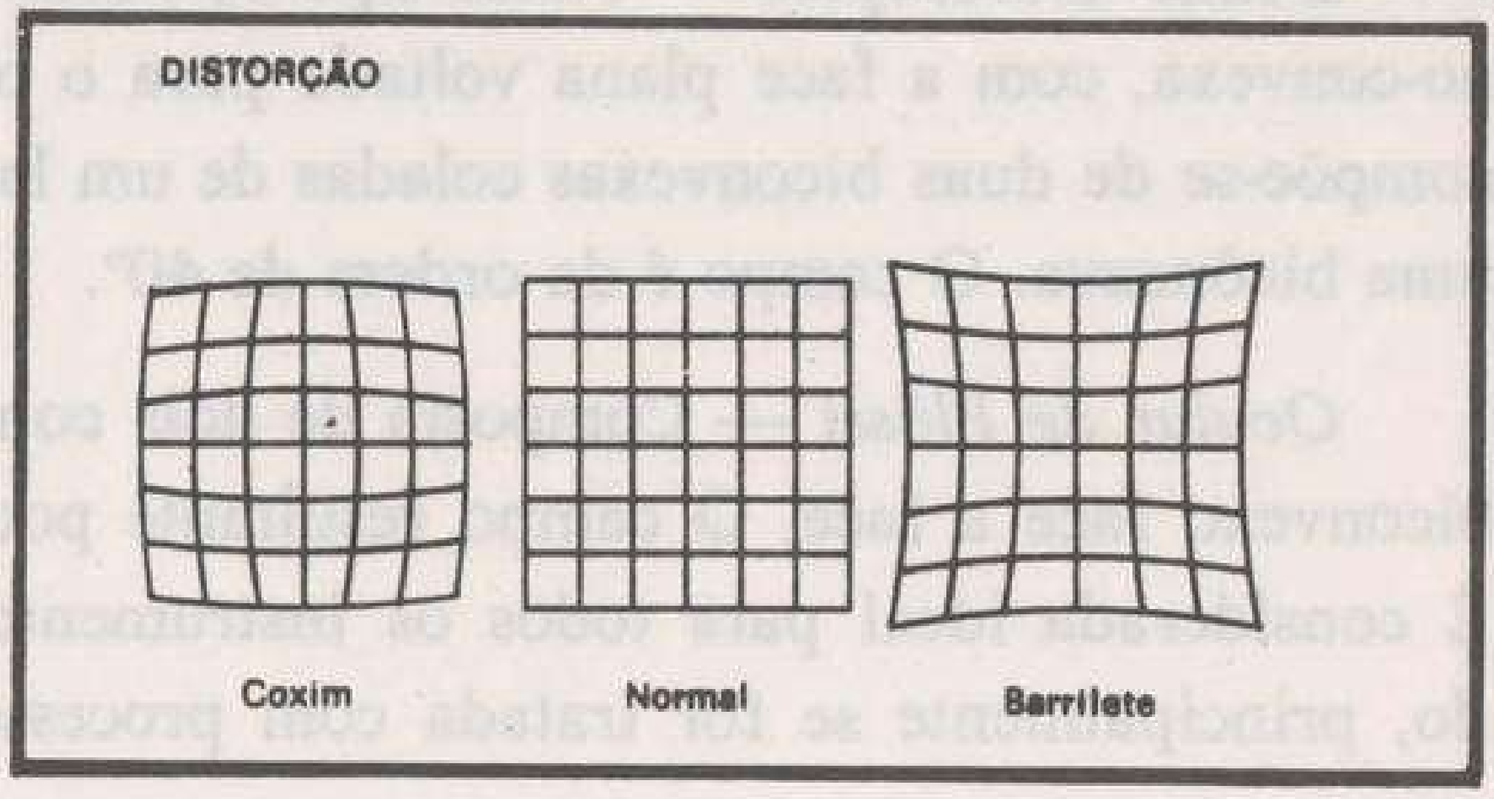
→

sas aberrações por parte do amador de astronomia é de grande importância para uma avaliação correta da área instrumental.

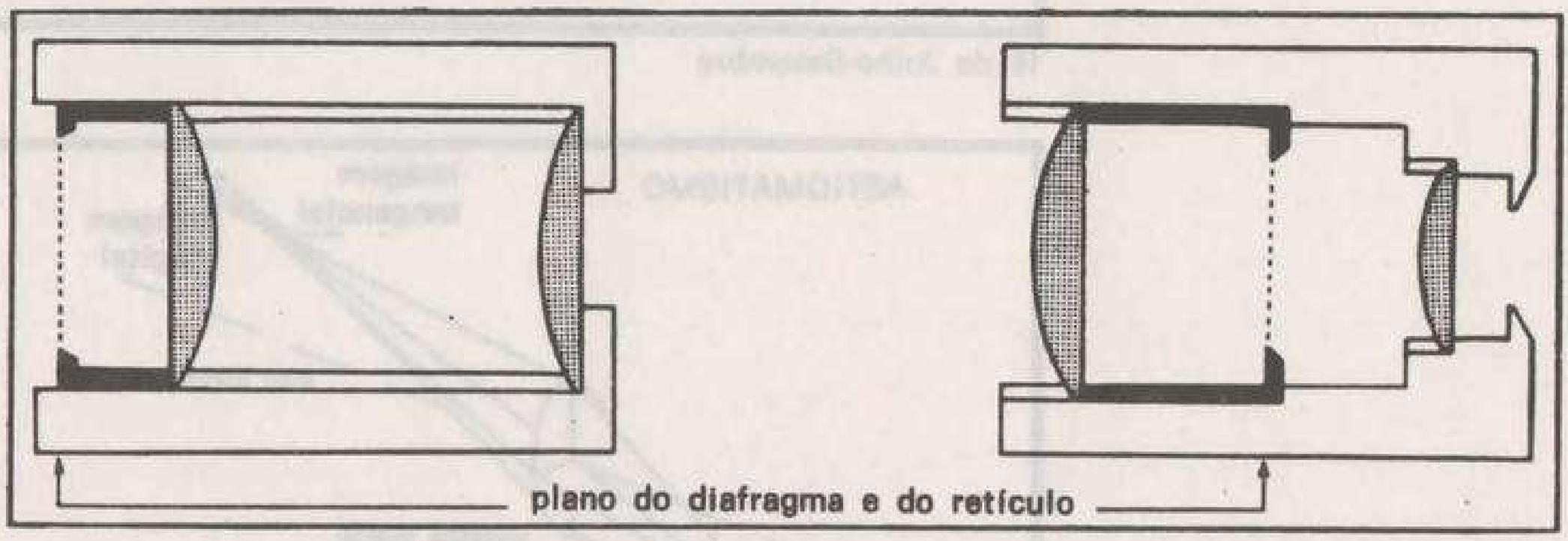








Ocular (negativa) de Huyghens — A imagem real fornecida pela objetiva forma-se entre as duas lentes plano-convexas. As convexidades acham-se voltadas para o objeto. A imagem resultante é então examinada pela lente, geralmente menor, próxima do olho. A lente de campo, mais próxima da objetiva, coleta os raios emitidos por esta última e os converge sobre a lente de olho. O campo pode ser nos melhores modelos até 45°.



Oculares simples — De Huyghens (ou negativa), à esquerda, e de Ramsdem, (ou positiva). De comportamento satisfatório com longas distâncias focais (f/D) são, entretanto, medíocres com as curtas por utilizarem lentes simples.

Ocular (positiva) de Ramsdem — Trata-se de uma lupa de duas lentes plano-convexas distantes uma da outra e com as convexidades voltadas uma para outra. O conjunto é situado antes da imagem real fornecida pela objetiva. Trata-se de uma ocular econômica que se adapta melhor com refratores (lunetas) que com refletores (telescópios). O campo resultante é da ordem de 30°.

Ocular ortoscópica — Nesse tipo de ocular, a lente de olho é plano-convexa, com a face plana voltada para o olho. A lente de campo compõe-se de duas biconvexas coladas de um lado como do outro com uma bicôncava. O campo é da ordem de 40°.

Ocular de Plössl — Composta de dois conjuntos plano-côncavo e biconvexo face a face. O campo resultante pode variar de 48° a 50°. É considerada ideal para todos os instrumentos mas de preço elevado, principalmente se for tratada com processo anti-reflexos.

Estas são as oculares principais. Existem outras, como a de *Kellner,* monocêntricas, que constituem variantes dos tipos indicados. No

Brasil, como ocorre com outros setores da óptica astronômica, muitos desses tipos são desconhecidos.

Como se mede a distância focal da objetiva, ou do espelho — Para tanto, retire-se a ocular, aponte-se a luneta, ou o telescópio para o Sol (sem tentar observá-lo), e projete-se a imagem resultante sobre um papel branco, plano. Medindo-se o diâmetro da menor e mais nítida imagem resultante obtém-se a distância focal da objetiva. Esse diâmetro resultará ser mais ou menos igual à centésima parte da distância focal da objetiva ou do espelho.

E a da ocular — Quando se trata de uma ocular "positiva", a de *Ramsdem,* não há nenhuma dificuldade, já que se trata de uma lupa composta que proporciona com certa aproximação uma imagem pontual do Sol. O mesmo não se pode dizer da ocular "negativa", ou de *Huyghens,* sobretudo quando não há indicação por parte do óptico dessa distância focal correspondente ao sistema de lentes. Haveria que empregar, então, uma pequena fórmula e medir a distância focal de cada lente do sistema:

$$F = \frac{2\ f'\ f''}{f' + f''}$$

onde f' e f" representam as distâncias focais respectivas das duas lentes.

Qual o aumento normal de um instrumento? — Questão essa muito importante, sobretudo em termos experimentais. É que quanto maior for o aumento, menos nítida e escura torna-se a imagem resultante. A potência de um instrumento depende essencialmente do diâmetro de sua objetiva, ou espelho. O aumento correspondente ao rendimento normal de um instrumento utilizado em condições atmosféricas satisfatórias é obtido multiplicando-se pelo coeficiente 2 o diâmetro da objetiva, ou espelho em milímetros. Na prática, entretanto, isso não acontece, empregando-se quase que sempre um aumento vizinho de uma vez e meia por milímetro de diâmetro. Em números, um espelho de 200 mm tem, em teoria, possibilidades de fornecer 400 aumentos. Na prática, porém, ele será da ordem de 300 x.

Qual o aumento máximo de um instrumento? — Quando de condições atmosféricas excepcionais, coisa não muito comum, o coeficien-

te 2,4 deve ser considerado como o índice máximo do rendimento óptico de um dado instrumento (NB: considerado perfeito ou pelo menos bom opticamente falando).

Como exemplo, uma luneta de 75 mm de abertura poderá fornecer:

Aumento normal ..... médio 75 × 1 = 75 x
forte 75 × 2 = 150 x
máximo 75 × 2,4 = 180 x

Importante: todo coeficiente superior a 2,4 pode, na prática, ser considerado ilusório.

Utilize se possível um jogo de oculares — Os recursos ópticos visando a utilização racional de uma luneta, ou telescópio, não devem se limitar ao emprego de uma única ocular. Para obter maior proveito, recomenda-se dispor de um sortimento compreendendo pelo menos três oculares, possibilitando aumentos progressivamente mais fortes, a saber:

1 — Uma ocular *fraca,* de grande campo, que permita um aumento equivalente a 2 vezes por cada centímetro de abertura da objetiva, ou espelho. Quando bem luminosa, sobretudo corrigida, tal ocular é particularmente indicada para cometas, grandes nebulosas, aglomerados estelares. Presta-se igualmente bem para observar por inteiro os discos do Sol e da Lua.

2 — Uma ocular *média,* aumentando de 10 a 12 vezes por centímetro de abertura óptica. Trata-se de ocular de contato, a ser utilizada com freqüência na observação planetária.

3 — Uma ocular *forte,* aumentando de 18 a 20 vezes por centímetro de abertura óptica. Ocular de estudo, de detalhes, principalmente quando da ocorrência de condições atmosféricas favoráveis.

Alguns autores prescrevem o emprego de ocular *fortíssima* (de 24 vezes por centímetro de abertura óptica), passível de ser utilizada na observação de estrelas duplas cerradas. Em nossa opinião, embora válida a disponibilidade de tal ocular, ocorre a possibilidade de nunca ou quase nunca ser ela utilizada já que, como constatará de pronto o observador, não é freqüente a ocorrência de condições atmosféricas particu-

larmente favoráveis. Uma ocular desse tipo, utilizada com um refletor de 200 mm, proporcionaria quase 500 aumentos, praticamente ou mesmo quase nunca utilizados. Principalmente se tal ocular não for de alta qualidade óptica.

Assim como ocorrem limites para o aumento máximo, há também restrições para os mínimos. Não raro esses mínimos não se vêem aplicados pelo fato de não existirem oculares com distâncias focais suficientemente longas também, ou por vezes por não se dispor de tubos porta-oculares suficientemente longos (também). Tais condições são particularmente associadas ao telescópio "composto", cujo representante típico é a disposição *Cassegrain*. Com ele, as distâncias focais de uma ocular destinada a propiciar os aumentos "mínimos" são da ordem de 50 ou mesmo 75 mm. Os tubos que as constituem são por tal razão pronunciadamente mais largos, necessitando, conseqüentemente, porta-ocular adequado também.

Os elementos acima dizem respeito à utilização de uma óptica considerada perfeita e condições atmosféricas sem turbulência. Ora, sabemos ser isso completamente inexistente, de maneira que, de acordo com a experiência, há que se diminuir de 2 magnitudes aquelas que se vêem indicadas na tabela abaixo. Quanto ao emprego de uma lente divergente, de uma "lente de Barlow", acessório que sempre acompanha os instrumentos encontrados no comércio, não há de modo algum qualquer alteração sensível nos elementos e nas conclusões mencionados linhas acima.

Como se calcula o poder de resolução de um instrumento — O limite de resolução acessível a um olho normal é igual a 1 minuto de arco (1'). Por sua vez, o poder de separação angular de um instrumento depende unicamente de seu diâmetro D. É o diâmetro que determina o raio angular do falso disco, também chamado "disco espúrio", "disco de Airy" (nome do astrônomo inglês que o estudou), ou disco de difração que envolve a imagem pontual formada por uma estrela no plano focal de uma objetiva, de um espelho.

Conseqüentemente, pode-se afirmar que existe um limite mínimo abaixo do qual toda e qualquer separação entre dois objetos pontuais muito próximos torna-se impossível. Como pode tal limite ser calcu-

lado? Se recorrermos à teoria, verificaremos que dividindo 120 pelo diâmetro da objetiva, ou espelho, expresso em milímetros, tal limite pode ser determinado. Acontece, porém, só em teoria já que na prática constata-se que ele nunca é atingido. Lembremos, pois, de dobrar os valores indicados abaixo e de considerar tais novos valores como sendo os limites de resolução:

$$\text{PS (poder separador)} = \frac{120}{\text{D, em mm}} \text{ ou, melhor ainda:}$$

$$\frac{240}{\text{D, em mm}}$$

o que corresponde melhor à realidade, à prática observacional.

Exemplo: Uma luneta de 80 mm de abertura (ou 8 cm) pode *teoricamente* desdobrar duas estrelas distantes de 12"/8 = 1"5. Na *prática,* ela só separará muito bem unicamente estrelas separadas de 3" a 4" de arco, mesmo utilizando a mais forte ocular disponível.

Uma medida útil: conhecimento do campo de cada ocular — Recomenda-se conhecer a área do campo de cada uma das oculares disponíveis. Entre as vantagens, aquela de permitir a avaliação de algumas dimensões, mesmo aproximadas, comparáveis com o diâmetro visível. Para efetuar-se isso, escolhe-se uma estrela vizinha do equador celeste, como *Prócion* ou uma das estrelas do *Boldrié de Orion,* uma das "Três Marias". Deixamo-la deslocar-se diametralmente no campo da ocular, se possível ao longo do fio do retículo. Contando-se o número de segundos decorridos com tal deslocamento, (será bom realizar tal operação por diversas vezes a fim de ter uma média exata) multiplica-se tal número por 15. Isso fornecerá o número de segundos de arco (") e, conseqüentemente, o diâmetro do campo:

$$\text{D (diâmetro)} = \text{T X 15}$$

Exemplo: Numa dada ocular, a travessia requereu 50 segundos, de maneira que o diâmetro procurado mede:

$$50 \times 15 = 750 \text{ segundos de arco,}$$

ou seja, 12 minutos e 30 segundos (12' 30").

Como acenado, medidas diversas permitirão deduzir a média mais correta.

Eis a relação existente entre o aumento e o campo de um instrumento:

Aumentos									
10	20	30	50	70	100	150	200	250	300
Campo de instrumento									
4°	2°	1°	20'	48'	34'	24'	16'	12'	10'	8'

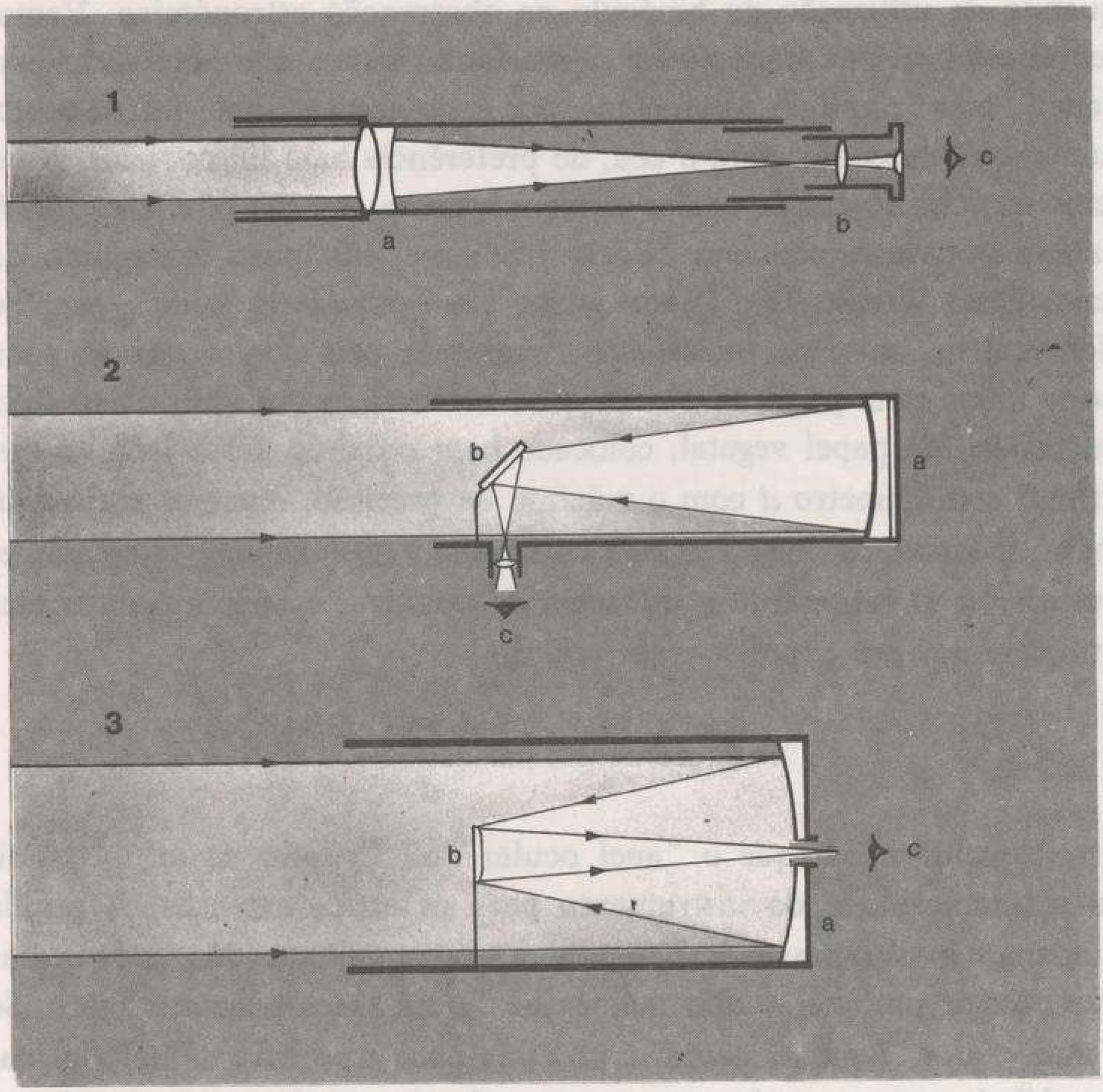
O que é o anel ocular ou pupila de saída? — Falamos dele quando da utilização do binóculo na observação astronômica. Vamos tentar explicar sua importância. Para tanto, temos que identificar esse "anel", essa "pupila". Apontemos, por conseguinte, nosso instrumento, luneta ou telescópio, para o céu, de preferência bem limpo, azul. Afastemo-nos uns 30 cm da ocular e fixemos nossa atenção para ele, principalmente para o pequeno círculo brilhante, luminoso emergindo da lente desta última. É o "anel ocular", a "pupila de saída", espelho fiel, real da objetiva, ou espelho, fornecida pela ocular que se comporta como uma pequena objetiva. Se utilizarmos um vidro despolido, ou pedaço de papel vegetal, colocado bem próximo dessa lente, e medirmos seu diâmetro *d* com o máximo de precisão, digamos meio-milímetro, poderemos chegar a uma conclusão extremamente interessante, ou seja, se D representa o diâmetro da objetiva, o aumento da ocular utilizado se verá expresso pela relação

$$A\ (\text{aumento}) = \frac{D}{d}$$

Conclui-se daí que o "anel ocular" ou "pupila de saída", indica a luminosidade do instrumento para os astros extensos. A pupila humana não ultrapassando 7 mm de diâmetro na escuridão, toda ocular que possuir um anel ocular maior que 7 será excessivamente fraco. Se $4\ mm < d < 7\ mm$, a ocular é propícia para a procura de nebulosidades débeis extensas assim como para a observação de campos estelares. Os aumentos fracos são, evidentemente, interessantes (principalmente

para cometas, objetos difusos). Mas, como já apontado, têm contra si o fato de exigirem porta-oculares extremamente longos ou destes serem muito estreitos para receberem oculares de longa distância focal.

Atenção: se D representa o diâmetro da objetiva, ou espelho em milímetros, e se $d = 7$ mm, não se deve nunca utilizar aumento inferior a D/7. É o aumento dito "equipupilar". Para exemplificar, a modestíssima luneta de 56 mm que por cerca de 22 anos empregamos na observação do Sol, não funcionaria bem com um aumento mínimo abaixo de 8 vezes. Pelas mesmas razões, o refletor de 300 mm da "Estação BETA", do Observatório do Capricórnio, em Campinas/SP, possibilita um aumento mínimo da ordem de 43 x.



Tipos convencionais de telescópios: (1) luneta (refrator), (2) refletor em sua disposição Newton e (3) em sua disposição Cassegrain.

Como se comportam os instrumentos usuais? — Com base naquilo que se viu exposto, vamos calcular ou antes avaliar o comportamento dos instrumentos mais freqüentemente utilizados entre os amadores. Cumpre notar que esse levantamento é apenas indicativo muito embora possa servir de base, de ponto de partida, devendo revelar certa utilidade para o leitor que se proponha dedicar-se a um campo qualquer de observação prática.

Não há dúvida de que o emprego de 100 x num pequeno instrumento terá conseqüências inteiramente diferentes se o mesmo for utilizado num grande telescópio. Embora um determinado astro se apresente sob o mesmo diâmetro, o grande instrumento revelará evidentemente maior número de detalhes, já que o rendimento de um instrumento depende essencialmente do diâmetro e da qualidade óptica de sua objetiva, ou espelho. É, aliás, hábito indicar qualquer instrumento pelo diâmetro útil de sua objetiva, ou espelho. Assim, um "60 mm", um "110 mm", um "300 mm"...

Em grandes linhas, quase todos os refratores são "abertos", quer dizer, têm uma relação focal igual a f/15, ou seja 15 x o diâmetro útil da objetiva. Como sabemos, o poder de resolução de um dado instrumento revela-se por sua capacidade de isolar 2 pontos muito próximos, como os componentes de uma estrela dupla, por exemplo.

Luneta (refrator) de 50 mm ∅ — Estrelas até a 9.ª magnitude, estudo topográfico da Lua, manchas solares e fáculas, *Júpiter* (achatamento e 4 satélites), fases de *Vênus*, anel de *Saturno* (minúsculo), estrelas duplas cujas componentes tenham 5" de distanciamento, alguns aglomerados (Plêiades, *Híades*), nebulosa de *Órion*.

Luneta (refrator) de 60 mm ∅ — Estrelas até a 10.ª magnitude, desdobramento das componentes estelares até 3", detalhes nos circos lunares, *Saturno* com seu principal satélite, *Titã*.

Luneta (refrator) de 75 mm ∅ — Estrelas até a 11.ª magnitude, desdobramento de componentes estelares até 2". *Marte*: calotas polares e *Syrtis Magna*, faixas de *Júpiter*, divisão de *Cassini* no anel de *Saturno* (difícil), 4 satélites de *Saturno (Titã, Rhéa, Japeto* e *Tethys)*.

Luneta de 95 mm ∅ (refrator) — Estrelas até a 11,5.ª magnitude, desdobramento até 1,5". Detalhes na penumbra das manchas solares e sobre os discos dos planetas.

Luneta de 108 (110) mm ∅ (refrator) ou espelho de 115 mm ∅ (refletor) — Estrelas até a 12.ª magnitude, desdobramento até 1,5". Detalhes na penumbra das manchas solares e nos discos planetários, particularidades na topografia de *Marte* (quando em oposição favorável), ranhuras lunares, detalhes nas faixas de *Júpiter,* anel sombrio interior de *Saturno,* cinco satélites de *Saturno* (Titã, Rhéa, Japeto, Tethys e Dionéa). Nebulosas difíceis, como a da *Lira. É o instrumento ideal para o amador que possua treino adquirido com instrumento mais modesto.*

Espelho de 150 mm ∅ (refletor) — Considerado bom opticamente, estrelas até a 13.ª magnitude, desdobramento até 0,8", estudo das mudanças periódicas, cotidianas no interior das manchas solares, estudo das variações eventuais de aspecto e de tonalidade de certos detalhes lunares, identificação de manchas esporádicas nos discos de *Mercúrio* e *Vênus,* estudo das variações das calotas polares de *Marte,* variação de detalhes nas faixas de Júpiter, detalhes planetários no disco de *Saturno* (raros, variabilidade de *Japeto,* aglomerados e nebulosas difíceis.

Espelho de 200 mm ∅ (refletor) — Estrelas até a 13.5.ª magnitude, desdobrando duplas até 0,6". Diâmetro útil mínimo para abordar a fotografia lunar e planetária de alta resolução. Trata-se do instrumento ideal para o amador experimentado que deseja empreender certas pesquisas contínuas.

Espelho de 300 mm ∅ (refletor) — Estrelas até a 14.ª magnitude, e desdobramento até 0,4". Satélites de *Urano e Triton,* satélite de *Netuno.* Astrografia de alta resolução.

Lembrando alguns acessórios astronômicos — Oferece a óptica, não raro, inúmeros acessórios que melhoram ou simplesmente facilitam o rendimento do instrumento. Um deles é a "lente de Barlow". Trata-se de uma lente divergente, composta de duas lentes de curvatura e natureza diferentes, combinadas uma com a outra a fim de formarem um sistema acromático. Falamos naturalmente de uma "Barlow" de boa qualidade.

A lente de Barlow alonga a distância focal da objetiva, ou espelho, e por conseguinte aumenta o diâmetro da imagem focal resultante. Ela via de regra multiplica por 2 (por vezes 3, ou mesmo 4 vezes) o diâmetro dessa imagem.

Evidentemente isso mostra ser vantajoso já que o aumento sendo o quociente da distância focal da objetiva, ou espelho, pela distância focal da ocular, ambas expressadas em mm, dobrando-se a focal da objetiva, ou espelho, multiplica-se simultaneamente por dois (ou três, ou quatro) o aumento de uma ocular dada. *Podem ser obtidos, conseqüentemente, aumentos elevados com oculares normais,* de emprego mais cômodo que as oculares fortes de distância focal curta. Não somente estas são de preço elevado mas a montagem das pequenas lentes que as compõem é, não raro, imperfeita, enquanto que a centragem do olho sobre o anel ocular, sempre muito estreito, mostra-se freqüentemente difícil.

Não deve o interessado confiar nos anúncios, panfletos ou folhetos de instrução que informam a possibilidade de obterem-se 400 aumentos para uma luneta de 77 mm de abertura. Atrás disso esconde-se sempre o emprego de uma lente de Barlow entre os acessórios, duplicando o aumento da ocular mais forte que acompanha o instrumento, mas que só tem condições de ser utilizada combinada com uma ocular de *mediana potência.* Como se pode verificar, há que reportar-se às normas experimentais mencionadas páginas atrás.

A lente de Barlow revela particular utilidade na fotografia da Lua ou de planetas, principalmente de *Júpiter.*

Exemplos de rendimento da lente de Barlow — Supondo que se disponha de um telescópio com um f/D, com uma distância focal equivalente a 110 cm. A imagem por ele fornecida da Lua terá 1 cm de diâmetro. Intercalando-se uma lente de Barlow entre a câmara fotográfica e a imagem focal, teremos duplicado ou triplicado o referido diâmetro de 1 cm da imagem lunar, e isso de acordo com a distância em que colocarmos a câmara fotográfica. A notar, entretanto, que mesmo ampliando consideravelmente tal imagem, o poder de separação, de resolução proporcionado, nunca será de ordem a igualar a dimensão dos grãos da película sensível.

A lente de Barlow não se presta à observação de objetos difusos, extensos, como as nebulosas. Entretanto é de muita utilidade e se comporta bem na observação e na fotografia dos planetas. Particularmente, não somos muito favoráveis ao seu emprego já que constitui maior absorção à luminosidade da imagem. Entretanto, propicia ela bons serviços já que pode preencher a falta de um maior número de oculares, problema como sabemos de extrema importância entre os amadores brasileiros. Além do que, há que notá-lo, o fator qualitativo entra aqui também em linha de conta. Nem sempre uma "Barlow" se comporta como uma verdadeira "Barlow", daí o cuidado com que o amador deverá proceder quando intentar a aquisição de semelhante e útil acessório.

Para exemplificar, vejamos seu comportamento. No caso, um telescópio com uma distância focal, um f/D, igual a 1200 mm.

Ocular de 30 mm = 40 x, com Barlow 2 x = 8 x

Ocular de 10 mm = 120 x, com Barlow 2 x = 240 x

Ocular de 6 mm = 200 x, com Barlow 2 x = 400 x

Respeitadas as normas mais atrás comentadas, não há dúvida de que o emprego da lente de Barlow revela-se plenamente justificado!

Ainda acessórios — Existem alguns outros de grande utilidade, a saber:

Buscador — Trata-se de uma pequena luneta auxiliar, de baixo aumento e grande campo destinada a localizar a região ou o objeto visados ou procurados. Não raro a ocular de que é provido dispõe de retículo simples ou duplo, ou mesmo iluminado já que à noite isso pode se revelar de preciosa utilidade. O aumento é da ordem de 5 a 10 vezes e o campo de vários graus.

Planilha de projeção solar — Nos refratores adquiridos no comércio vem normalmente associado um jogo de anteparos, um deles branco enquanto o outro, pintado de negro fosco e dotado de orifício que permite, mediante presilha, ser adaptado ao tubo do instrumento. Trata-se de dispositivo utilizado na projeção do Sol, um dos dois métodos clássicos empregados nesse gênero de observação. Quando

de construção caseira como é o caso normal do refletor, o amador interessado na observação do astro do dia deverá providenciar sua construção calcada no mesmo princípio, algo mais simplificado já que não há necessidade de utilizar senão um anteparo pelo fato de o Sol ser projetado lateralmente.

E já que falamos no Sol poderíamos incluir o helioscópio, espécie de ocular dotada de prismas convenientemente dispostos e que anulam por desvio grande porcentagem da luz e energia do astro central. Entretanto, como ocorre com muitos outros acessórios, trata-se de equipamento inexistente no nosso mercado, razão esta que obriga o amador a dispensar os seus serviços.

Ocular reticulada — A fim de centralizar um objeto visado seja através do buscador, seja ainda do instrumento principal, o uso de um retículo faz-se recomendável. Além do que, conhecido o campo da ocular, presta-se ele na determinação de medidas angulares não raro interessantes. É nas atividades fotográficas, todavia, que o emprego de retículo tem sua maior aplicação. Não poucos amadores constroem seus próprios retículos, por vezes idênticos àqueles de origem profissional. Um fio finíssimo (seda, nylon ou cobre), um anel de papelão, ou metálico, uma boa cola se possível, uma lupa, é tudo o que se precisa para fabricar uma "ocular reticulada" de ocasião. Há amadores que saem à cata dos fios de uma determinada aranha, por sinal muito bom por possuir uma consistência, uma regularidade indicadas. Ultimamente, entretanto, com os recursos da física, fios extremamente delgados de fibra sintética têm provido satisfatoriamente essa técnica. O retículo, é bom lembrá-lo, poderá ser simples ou duplo, este último particularmente indicado para realizar melhor enquadramento do objeto visado. A título de orientação, lembramos que numa ocular "negativa", de *Huyghens,* o retículo deve ficar situado exatamente no plano focal da lente de olho, enquanto que na "positiva", de *Ramsdem,* esse plano focal encontra-se entre as lentes.

7

A EXPERIÊNCIA ACONSELHA

A esta altura de nossa exposição, o leitor deve ter se perguntado como e quando é que poderá entregar-se à observação, ao uso do instrumento. Posicionamento natural, há que convir, mas que a bem de um bom rendimento, de um bom aproveitamento, precisará ser um pouco postergado a fim de ter conhecimento de algumas regras do jogo em que ele, interessado, será sem dúvida o principal personagem. Assim, e com o intuito de orientar ou de pelo menos mostrar o caminho pelo qual irá gradativamente e através de seus próprios meios, enveredar-se, julgou-se conveniente comentar alguns aspectos que deverão, estamos seguros disso, servir de base para o interessado em suas tentativas, em suas realizações.

Vejamos alguns deles.

Como em tudo, aprende-se a observar — Quando se coloca pela primeira vez o olho à ocular de um telescópio, a imagem formada pelo instrumento é interpretada como sendo de pequenas dimensões. Essa primeira impressão tende a desaparecer gradativamente à medida que um treino contínuo, racional for sendo realizado. Aí, então, os detalhes irão se revelando: primeiro os mais evidentes, em seguida os mais subtis. Trata-se de um comportamento que tem suas causas no mecanismo receptivo do cérebro que, não afeito às novas impressões, tende a reagir aos poucos para, então, processar a avaliação correta do que lhe é dado registrar. Faz-se indispensável, conseqüentemente, uma contínua

experiência a fim de, por vezes até rapidamente, aprender a colocar o olho no lugar adequado, centrado sobre o eixo óptico do instrumento e próximo da ocular, exatamente na "pupila de saída", no anel ocular, a fim de, como já sabido, abarcar inteiramente o feixe de raios luminosos advindos da objetiva. Algo problemático no início, esse posicionamento é adquirido e respeitado subjetivamente.

Outra coisa: não pense o principiante que basta olhar através da ocular para ver *tudo* o que o instrumento pode mostrar. Se a falta de aptidão inicial tem suas origens na falta de habilidade interpretativa por parte do cérebro quando dos primeiros passos do aprendizado, não é menos verdade que certas condições fisiológicas do próprio olho são responsáveis pela não interpretação correta do que é dado ver. Tentemos explicar isso melhor. Em outras palavras, nem sempre o que é observado diretamente é mais bem visto. A região central, interna do olho, onde se concentram os raios visuais vindos do exterior tende a ficar mais cansada que a região que lhe fica periférica. Assim sendo, se recebermos radiações luminosas obliquamente, há possibilidades de melhor discernimento das fontes responsáveis por sua emissão. Isso explicaria porque vemos melhor observando "de lado", obliquamente, os objetos fracos, pouco luminosos ("companheiras" estelares, satélites de Júpiter, Saturno, ou mesmo aglomerados fracos etc) que com freqüência se encontram nas bordas do campo da ocular. Em suma, observando sem fixar diretamente. Trata-se de um método eficiente e que se vê empregado por todos os observadores experimentados.

Localização de objetos celestes, aprendizado e experiência — Uma experiência que, sem dúvida, não será esquecida é a tentativa de localizar um objeto pouco visível *sem auxílio* de buscador. O principiante de pronto constatará que à medida que a abertura de seu instrumento aumenta, aumentam também as dificuldades para localizar o que procura. À noite, na escuridão total, sem o auxílio da pequena luneta geminada ao instrumento principal, torna-se sumamente difícil localizar e acertar no centro de uma ocular, mesmo de grande campo, o astro de brilho reduzido ou mesmo invisível. Aqui também, emprega-se o que manda o bom-senso, dirigindo-se o tubo do instrumento para a região indicada, tal qual faríamos com uma arma, um rifle. É um processo meio rústico, que funciona mais ou menos bem com o astro aces-

sível, sobretudo se o tubo do instrumento dispuser de um detalhe destacado, uma "massa de mira". Aqui também, um treino realizado sobre objetos fixos, mais ou menos distantes, afigura-se indicado a fim de mentalizar dimensões, proporções que sempre facilitam a orientação. A ocular de fraco aumento, como acenado, facilita a operação, após o que, sem oscilações bruscas, procede-se à substituição por ocular mais forte. Melhoria substancial pode ser obtida se, na falta de acessórios ópticos, o interessado fabricar um suporte, dispondo de um pequeno anel. Embora rústico, permitirá o mesmo circunscrever a região onde se encontra o astro visado. É inegável, porém, que a posse de um verdadeiro buscador far-se-á cedo ou tarde indispensável.

Focalização correta — A não ser que o olho do observador sofra de defeitos graves, a focalização exata, correta é relativamente simples. Dizemos relativamente já que nem sempre é ela efetuada a fim de permitir a exploração integral das particularidades da imagem. Um dos primeiros passos, aqui também, é de praticá-la sobre objetos terrestres, fixos (chaminé, poste, antena de televisão distante), quando então se constata, uma vez mais, diga-se de passagem, que o telescópio inverte realmente as imagens. Os detalhes, as particularidades, precisam ser vistos nitidamente muito embora — e aqui vai um alerta do que poderá ocorrer quando da visão astronômica propriamente dita — tais detalhes possam não raro sofrer oscilações, ondeamentos decorrentes do aquecimento experimentado pelo ar. Trata-se do famigerado "efeito de fogão", ou ainda de asfalto, como o denominamos, ocasionado pelo calor, pela elevação da temperatura. É um fator contra o qual não há defesa possível não restando ao observador, quando utilizar seu instrumento no céu, senão aguardar por melhores momentos.

De qualquer modo, a focalização exata é indispensável, muito embora o ponto focal possa variar de indivíduo para indivíduo uma vez que a visão não é igual para todos. Isso pode ser constatado a partir do momento que uma visão normal determina o ponto focal e, em seguida, uma hipermetrope se postar à ocular para observar: esta, invariavelmente, deverá afastar a ocular da objetiva de acordo com o grau que a determina. Com uma visão míope é justamente o oposto que deverá ser feito, ocorrendo, então, a aproximação da ocular da objetiva. Como mencionado, unicamente aqueles portadores de defeitos congênitos, sus-

cetíveis de deformarem as imagens, é que experimentarão sérias dificuldades. Mesmo os portadores de óculos de correção visual não terão qualquer problema já que bastará retirar tal acessório e proceder à focalização exigida.

Lembremos que a focalização nunca é definitiva uma vez que, sobretudo quando de observações realizadas através de instrumento de grande potência, as condições atmosféricas, de turbulência tendem a alterar-se imprevistamente com freqüência. Não devemos nunca esquecer que as oscilações desse oceano de gases que é a atmosfera é responsável por tal estado de coisas!. . . De qualquer modo, qual reflexo condicionado, cedo se habituará o amador observador a definir com precisão a focalização correta no seu instrumento.

Cuidado com os fortes aumentos — Trata-se, como já mencionado, de uma tendência natural de todo principiante. Pura ilusão, como cedo constatará o observador maduro. Uma ocular excessivamente potente fornece quase que sempre uma imagem imprecisa, escura e tremulante e, o que é pior, sem qualquer acréscimo na soma de detalhes percebidos ou entrevistos. Raramente, pois, uma ocular forte, de poucos milímetros de foco, é utilizada salvo, como pode ocorrer excepcionalmente, quando de condições extremamente favoráveis da turbulência atmosférica.

Não esqueçamos do papel (importante) da atmosfera — É bom o amador principiante inteirar-se desde já que só mui raramente é que a atmosfera oferece condições de estabilidade suscetível de permitir ao instrumento aproximar-se — mas nunca alcançar — as normas prescritas pela teoria. A bem dizer, a observação astronômica é uma verdadeira escola de paciência ou mesmo de resignação. Como se não bastasse a presença, por sinal freqüente, de nuvens ou véus aparentemente pouco espessos exatamente quando da ocorrência de um dado fenômeno, há que se defrontar com a agitação quase constante, mais ou menos evidente do ar. Isso é facilmente notado se desfocalizarmos a ocular apontada para uma estrela, para um planeta. Constatam-se de pronto as ondulações mais ou menos agitadas que contribuem para a má visibilidade, não importando o grau de focalização que se queira realizar.

Esses efeitos negativos são tanto mais evidentes quanto mais próximo do horizonte estiver o astro visado. Manda a experiência que toda observação válida deve ser realizada com astros que se encontrem a pelo menos 35° ou 40° acima do horizonte. Aliás, é nas proximidades do zênite, ou quando da culminação (passagem pelo meridiano) que o máximo de nitidez pode se ver conseguido. Por vezes, o que não deve surpreender, uma ligeira névoa pode ocasionar belas imagens, principalmente deste ou daquele planeta, ou ainda das manchas solares. Agindo como filtro, essas camadas atenuam o comportamento agitado das radiações luminosas passando por diferentes níveis da atmosfera. Pessoalmente, realizamos excelentes observações planetárias, principalmente de *Júpiter* e *Saturno,* quando de nosso longo estágio em São Paulo, onde o Observatório do Capricórnio teve origem nos idos de 1948.

É por tal razão, pelo fato de a atmosfera constituir-se no inimigo mortal do astrônomo, que a ciência intenta a implantação de observatórios espaciais.

O conforto na observação é necessário — Sem dúvida nenhuma, a questão do posicionamento tanto do instrumento como do observador assume importância de nota. Por exemplo, não se recomenda observar através de uma janela, principalmente se o instrumento utilizado for um *refletor,* este muito mais sensível à diferenças de temperaturas ambientais. É lícito admitir-se que antes de um instrumento, o interessado tenha se cercado de alguns livros, de alguma bibliografia, ou mesmo de um atlas, enfim, de alguma orientação, muito embora o contrário ocorra com freqüência. Quanto ao local, nem sempre o mesmo é indicado, sobretudo quando o interessado reside num apartamento. De qualquer modo, evite-se qualquer circunstância que possa restringir as possibilidades instrumentais já de muito reduzidas, como vimos, pelo comportamento do ar. Alguns acessórios, tais como uma lâmpada de bolso (que deverá ser recoberta de papel vermelho para evitar ofuscamento), uma pequena bússola, caderno de notas, mapa, etc, etc, constituem preciosos auxiliares que contribuem e muito para dar à observação um encanto todo especial.

Sugestões para construir um posto de observação — Aos poucos, gradativamente, vai o candidato a observador constatando a necessidade de cercar-se de um mínimo de condições que tornem não só apra-

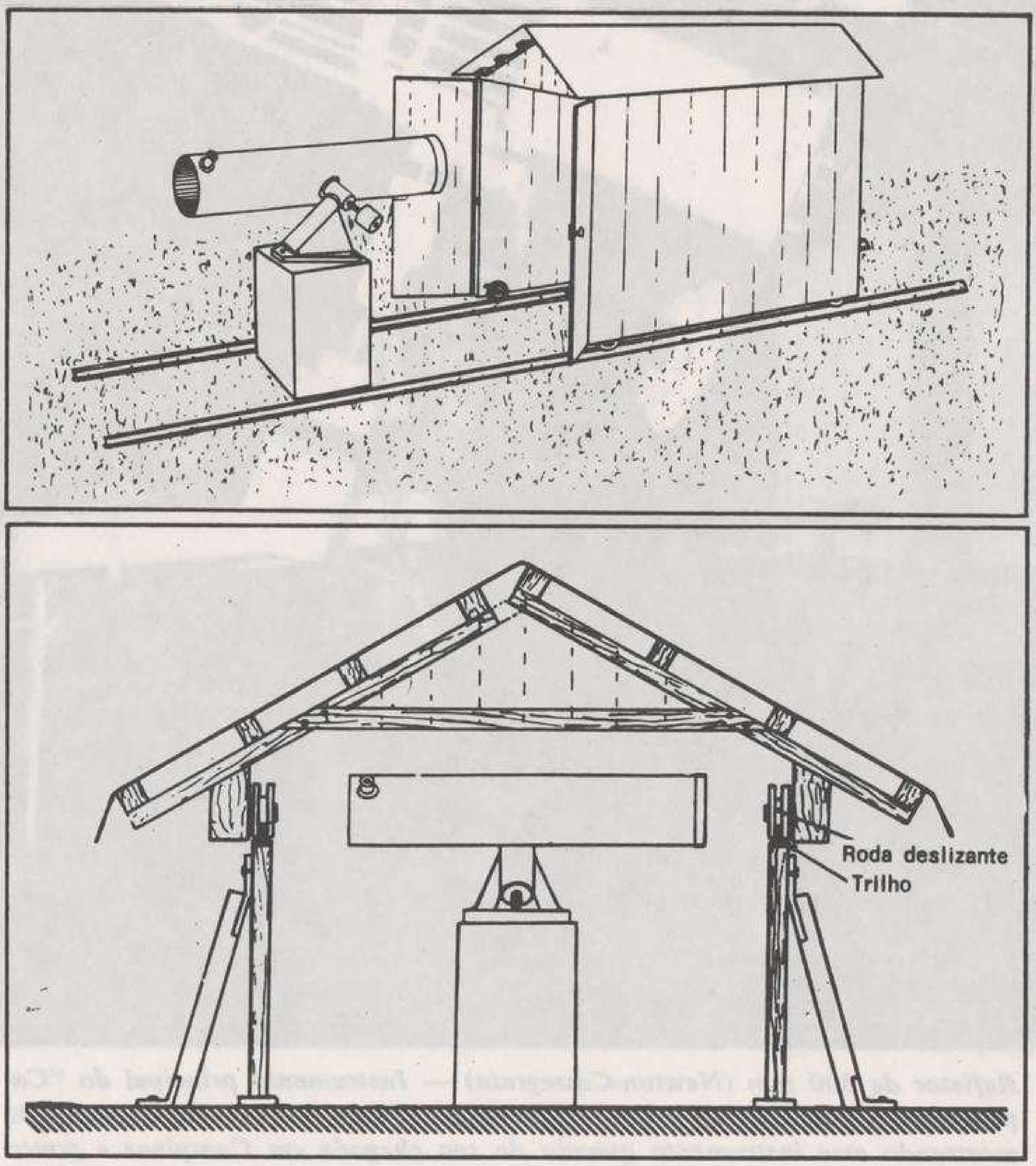
zível mas, o que é importante, eficiente o trabalho que se propõe realizar. Se o pequeno refrator, adquirido no comércio, já oferece certas condições válidas mas não plenamente satisfatórias de estabilidade, nem sempre isso ocorre com o refletor que se propôs construir. Além dos 100 mm, esse tipo de instrumento exige certos cuidados não raro ignorados e que se encontram à frente das causas responsáveis por inúmeras decepções. É que a malfadada tendência de procurar "ver mais grande" encontra participação e contribuição total por parte de um suporte mal idealizado e mais mal construído. Desse modo, e a não ser de impossibilidade total, o interessado deverá dedicar o máximo de atenção para esse aspecto da questão, responsável como dissemos, pela ocorrência de inúmeras decepções.

Se dispuser de espaço, de um jardim, enfim de um local onde possa materializar seu projeto, o mais indicado é poder dispor de uma base fixa, de alvenaria ou metálica, quando não de madeira, robusta. Se, o que ocorre por vezes, intentar dar a esse posto dimensões que o aproximem de um verdadeiro observatório, é evidente que terá que realizar um levantamento adequado e em função da finalidade e propósitos que pretender executar, do equipamento de que dispuser ou que pretender adquirir, de sua abertura, de seu tipo de montagem, etc, etc, fatores estes que, gradativamente, constituem faceta extremamente importante para a materialização de qualquer programa.

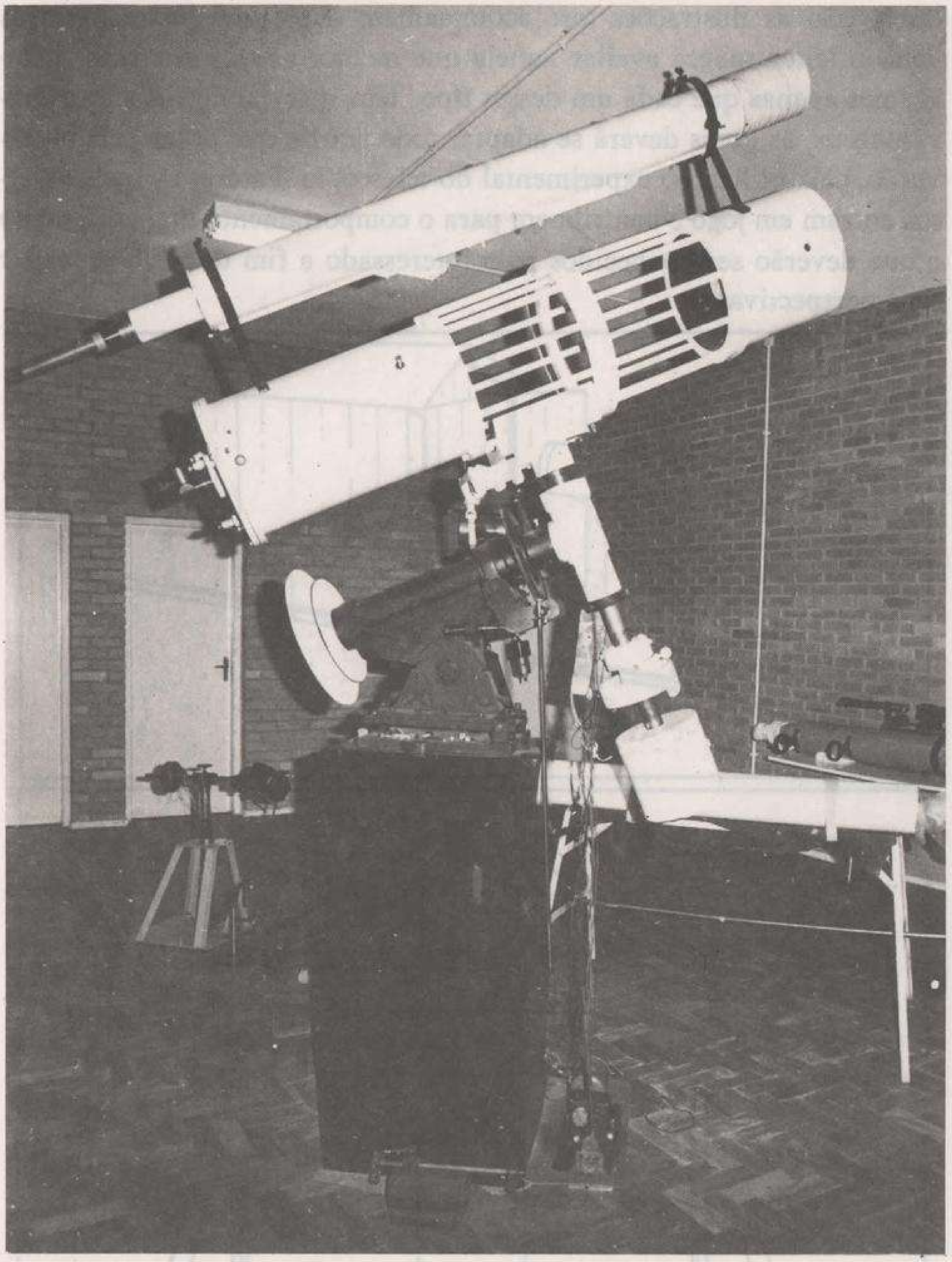
Abrigos e cúpulas astronômicas — A não ser que se trate de pequeno instrumento, passível de ser deslocado com facilidade, o telescópio quando de abertura moderada exige um abrigo condizente. É que o peso, a massa enfim, do conjunto constituem fatores negativos para deslocações sucessivas que, além de serem contraproducentes, tendem a afetar a estabilidade das diversas peças do instrumento. Ora, um instrumento destinado à observação do céu *precisa ser estável e fixo!*

Várias opções se oferecem àquele que pretenda dotar sua instalação de condições tais que possam permitir a exploração racional e, sobretudo, rápida de suas possibilidades. Desde o teto ou capô deslocável, corrediço, até a verdadeira cúpula, de madeira e coberta de lona, metálica ou plástica, são muitas as possibilidades que se apresentam àquele que, habilidoso ou com recursos, tente conceder ao seu posto um aspecto que lembre as condições que cercam os profissionais,

ou seja de um verdadeiro observatório. Melhor do que uma longa descrição são as ilustrações que acompanham o presente texto. Através delas o leitor saberá avaliar aquela que melhor atenda seu caso. Lembramos apenas que cada um desses tipos tem suas vantagens e suas desvantagens, às quais deverá se adaptar todo aquele que optar pela observação, pela utilização experimental do telescópio. Fatores os mais diversos entram em jogo e contribuem para o comportamento do instrumento e que deverão ser conhecidos pelo interessado a fim de melhor avaliar suas perspectivas.



Abrigo permanente de um telescópio. De construção simples, deslocando-se sobre trilhos, esse modelo de abrigo possibilita ao instrumento trabalhar ao ar livre, como recomendado para o refletor.



Refletor de 300 mm (Newton-Cassegrain) — Instrumento principal do "Capricórnio" quando de seu longo estágio em São Paulo (1952-1970). Documento mostrando esse instrumento quando de sua chegada em Campinas e pouco antes de sua instalação no pavilhão de teto corrediço e, depois, sob a cúpula da "Estação BETA". *Sua óptica deverá ser combinada (1991) com uma câmera de Schmidt e instalada numa montagem "de berço" (Campinas/SP).*

Cúpula do tipo clássico, hemisférica com variante, de dois setores. "Estação BETA", *do* "Capricórnio", *com cerca de 5 metros de diâmetro, inteiramente metálica, rotação motorizada (1 rot/2 min.), construída pelo autor em 1960. Foto de Pablo Villarrubia M. (A notar, o "Cruzeiro do Sul", no alto, à esquerda, enquanto que à direita, um meteoro deixou impressa sua trajetória).*

Essa estação deverá abrigar (1991/1992) o refletor de 300 mm conjugado com uma câmera de Schmidt (200-690-300 mm, "aberta" a f/3.4), instalado "em berço" (Campinas/SP).

O TELESCÓPIO

Pelo fato de ocorrer possibilidade extremamente reduzida do interessado optar pela construção de um *refrator* de mediana potência acima de 100 mm de abertura), trataremos daqui por diante unicamente do *refletor*, ou telescópio propriamente dito. Como sabido, neste último, a objetiva é constituída de um espelho quase que sempre parabólico, côncavo, recoberto exteriormente de uma película de prata ou, coisa já mais freqüente, de alumínio, pouco espessa (1/10 de mícron). Colocado no fundo de um tubo, tem como função refletir os raios luminosos advindos do objeto celeste e dirigi-los, concentrá-los num ponto chamado *foco*. Contrariamente ao que ocorre com os espelhos ordinários, o vidro do telescópio não é atravessado pela luz.

No telescópio mais convencional, no de *Newton*, ou *newtoniano* como mais freqüentemente chamado, a imagem do astro é formada lateralmente em decorrência da presença de um espelho plano, colocado em 45°, no centro do cone formado pelos raios e antes do ponto focal. Esse espelho pode se ver substituído, quando o espelho principal é de reduzidas dimensões (até 150 mm), por um *prisma* de reflexão total (90°). No ponto focal, ou nas proximidades dele, é colocado um suporte destinado a receber a *ocular* de observação, ou lupa de características como vimos especiais.

Afora essa disposição, existem outras variantes que oferecem múltiplas opções e que as ilustrações evidenciam de maneira completa ao leitor.

Quando comparado com o refrator, o telescópio oferece não poucas vantagens. Se a potência for equivalente, será ele efetivamente mais curto e compactado. Tais fatores resultarão num manejo mais fácil por parte do observador. Comparados em termos de custo, o refletor é mais acessível. Em contrapartida o refletor tende a se deteriorar mais facilmente. Referimo-nos à *realuminização* nem sempre mas por vezes necessária, sobretudo se certos cuidados não forem tomados por parte do observador.

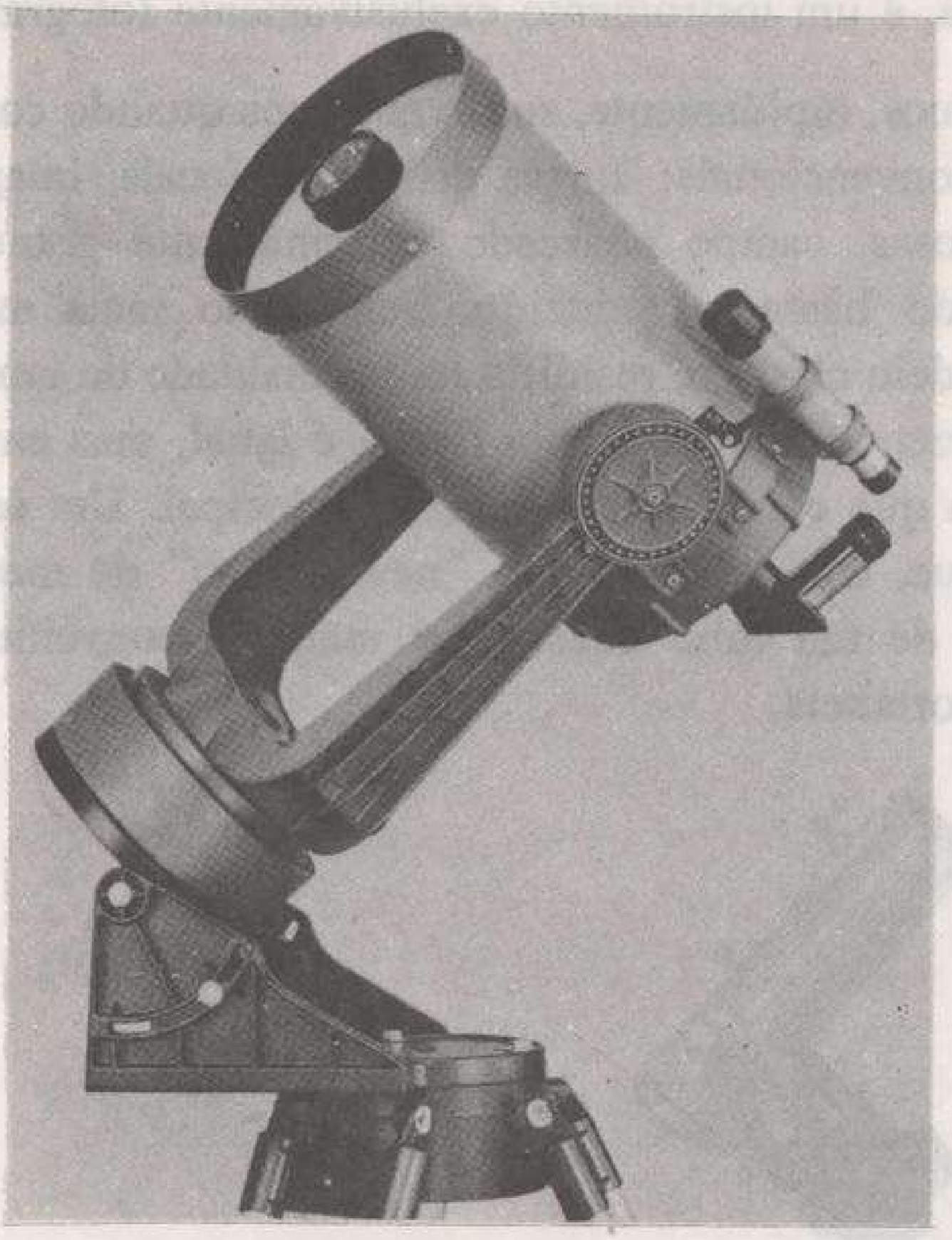
Na disposição "newtoniana", a observação é cômoda já que ela é realizada horizontalmente, principalmente quando o astro encontra-se alto, próximo do zênite. E se por vezes ocorrem certos posicionamentos que fogem a tal alternativa, a disposição de um tubo rotatório os elimina facilmente, razão a mais para cuidar dos aspectos relativos à comodidade.

No refletor, a correção cromática praticamente perfeita faz com que os focos visual e fotográfico sejam coincidentes. Isso dá uma notável superioridade sobre o refrator, que se comporta com certa dificuldade na fotografia dos astros. Os refratores são classicamente utilizados em trabalhos relativos à astronomia de posição. Isto, naturalmente, em termos profissionais. No que respeita o amador, pequenos refratores até 75 mm constituem uma boa opção muito embora o preço já comece a se tornar proibitivo. Além dessas dimensões, é para o refletor que as tendências se tornam indiscutíveis.

Variantes notáveis

O telescópio de Schmidt — o "Schmidt-Cassegrain", o "Maksutov"

As limitações tanto do espelho parabólico como do esférico impostas por diversas aberrações, que reduziam as aplicações desses espelhos na área da astrofotografia, desvantagens aproveitadas pelos refratores, passaram a sofrer um golpe que lhes foi fatal quando, por volta de 1932, um óptico alemão, *B. Schmidt,* substituiu num telescópio que



Telescópio composto *(lente e espelho). De grande atualidade, de apreciável resolução e possuindo a vantagem de ser compacto e motorizado, esse C8 (Celestron, de 8 polegadas, ou 200 mm) é ainda pouco conhecido no Brasil. Utiliza a disposição óptica "Schmidt-Cassegrain".*

estava montado o espelho parabólico por um esférico. Para remediar os senões da aberração esférica, clássica neste tipo de curvatura, interpôs uma *lente corretora* no trajeto dos raios luminosos, o que fez em ponto estratégio da trajetória. Essa lente corretora, de construção algo complexa já que experimenta deformações em vários pontos de uma de suas superfícies, apresenta depressão entre a parte central e a periferia, ocasionando desvios contrários àqueles ocasionados pelo grande espelho esférico. Tal comportamento possibilita a correção da trajetória dos raios quando estes, então, concentram-se de maneira regular no plano focal do espelho. E o fazem conservando as vantagens iniciais do espelho esférico como do parabólico que se resumem no seguinte:

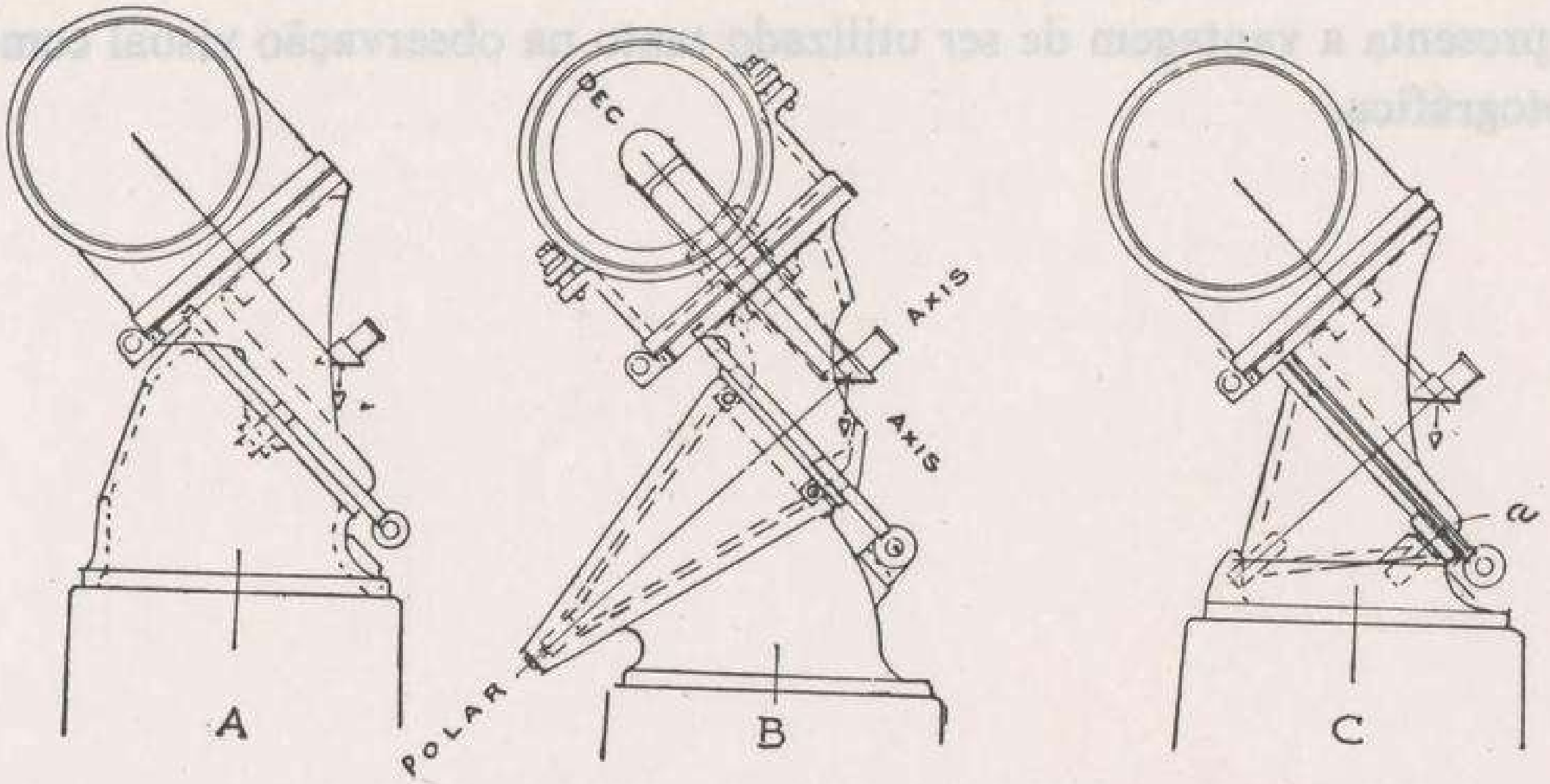
grande campo e imagens perfeitas. O telescópio de *Schmidt,* na sua forma clássica, é um instrumento exclusivamente fotográfico.

Resumamos, rapidamente, suas vantagens quando comparado com os sistemas convencionais: curtas distâncias focais, imagens extremamente luminosas, campo abarcado extremamente grande, tempo de pose requerido bastante reduzido. Seu senão mais marcante, pelo menos no modelo clássico, residiria na necessidade de um chassi curvo, ou melhor dizendo convexo, cuja flecha é igual, mas em sentido contrário, àquela que caracteriza o espelho principal. Um segundo inconveniente é que, comparado a um "newtoniano" de mesma abertura, necessita ele de um tubo duas vezes maior, inconvenientes esses de somenos importância.

Refletor equatorial (montagem de força), motorizado, de 150 a 200 mm de abertura. Inexistente no Brasil.

Os resultados fotográficos obtidos no foco de um *Schmidt* bem cuidado indicam que as estrelas formam imagens não maiores que uma dezena de mícrons de diâmetro. Graças à sua luminosidade o *Schmidt* é particularmente indicado na fotografia de nebulosidades pouco brilhantes existentes no espaço e que se revelam inacessíveis aos telescópios convencionais. Além disso, cometas, meteoros, etc, constituem uma área válida para um *Schmidt*. Se lembrarmos que a área útil, o campo de nitidez perfeita de um "newtoniano" é de ordem

de 1/2°, um *Schmidt* médio proporciona um campo da ordem de 7°, ou seja 14 diâmetros lunares. Quanto à abertura relativa desse excepcional instrumento é ela da ordem de f/1.5 e f/2.5. Este instrumento, até bem pouco tempo utilizado unicamente em grandes observatórios, já está entrando no domínio do amador. Aliás, já é possível encontrar no mercado americano *Schmidts* de até 350 mm.

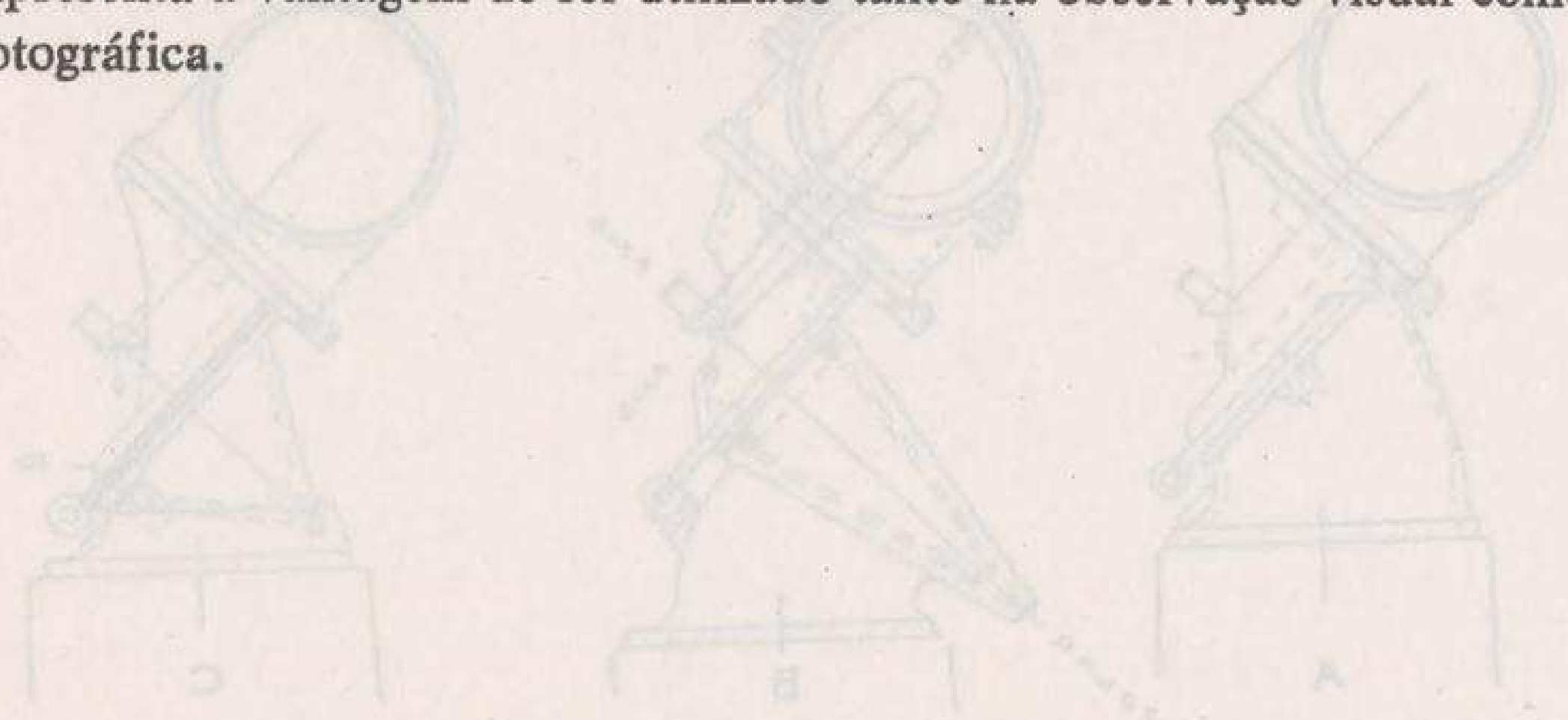


Montagem não muito comum (desconhecida no Brasil) num telescópio. Trata-se da "Springfield", inventada pelo célebre amador, Russel W. Porter. Apresenta a grande vantagem da ocular fixa (como na observação ao microscópio).

Outra variante interessante é o *Schmidt-Cassegrain* onde a lâmina corretora do *Schmidt* vê-se combinada com a disposição clássica *Cassegrain*. O espelho principal, de grande abertura relativa (f/2) recebe na sua face interna um espelho convexo que devolve o feixe de raios para o primário onde, então, um orifício central o deixa passar para alcançar o ponto focal que lhe fica próximo, externamente. Entr os vários modelos, o 203 mm possui uma focal normal equivalente a 2000 mm com um f/D igual a 10, disposição extremamente interessante já que o tubo não tem 0,50 m de comprimento. Graças a um "redutor de foco", o f/D original vê-se reduzido a f/5, o que possibilita ao instrumento ser utilizado na fotografia de objetos fracos e difusos (cometas, nebulosas). Acessórios diversos, inclusive tubos prolongadores e extensões, permitem utilizar esse instrumento também

na fotografia lunar e planetária de alta resolução. Em suma, um bom investimento instrumental.

Uma variante interessante, o "Maksutov" — Trata-se de um instrumento que emprega um menisco óptico e que combina perfeitamente os princípios da refração e da reflexão. Foi seu inventor o soviético *Maksutov* por volta de 1941. Fornece essa disposição f/D vizinhos de 1 o que representa tubos evidentemente muito curtos. Apresenta a vantagem de ser utilizado tanto na observação visual como fotográfica.



COMO O TELESCÓPIO FUNCIONA

Aprendendo a testar o instrumento — O teste deverá ser noturno. Numa noite calma e transparente, constatando a reduzida cintilação das estrelas, principalmente no zênite, o amador deverá escolher uma estrela de brilho intermediário, de 3.ª magnitude, ideal para o fim em vista. Centralizada no campo da ocular, ela deve se apresentar, segundo as leis da óptica, como um disco minúsculo, nítido, sem irisações e com dimensões cada vez menores à medida que o diâmetro da objetiva, ou espelho, aumenta. Cuidemos, porém de examinar de perto a imagem formada. Percebe-se a existência, ao redor do disco, de um anel luminoso menos visível e, por vezes, um segundo anel, menos luminoso ainda, ao redor deste último. Esta, pois, a imagem real de uma estrela observada através de um telescópio.

Esse aspecto, entretanto, é mais evidente quando da utilização de um refrator, que por dispor de um f/D geralmente mais longo (da ordem de f/15, mais freqüentemente) contribui melhor para sua formação. No refletor, entretanto, a tendência é de ocasionar uma mancha, a mancha de difração. No refrator, o recuo e avanço da ocular, intra e extra focal, ocasionam a formação de um sistema de anéis dos quais o último, mais largo, apresenta-se como serrilhado, ornado de franjas, do lado exterior. No refletor, esses anéis são também percep-

tíveis mas não com tanta intensidade. Se os anéis se apresentam elípticos é que ocorre um defeito de centragem, enquanto que eventuais desigualdades no interior dos anéis indicariam, pelo contrário, qualidades ópticas defeituosas. Uma outra experiência válida, sobretudo para refratores. Se apontando para um planeta, Júpiter, por exemplo, e empurrando a ocular aquém foco, constatarmos a existência de um anel vermelho e, puxando a ocular além foco, constatarmos a existência de um anel verde é que a *correção cromática* está boa. E se recordarmos que a observação das estrelas duplas é, também, um bom meio de testar as qualidades ópticas de nosso instrumento, verificaremos que é somente na observação prática, experimental, no próprio céu, enfim, que iremos desenvolver nossas qualidades de observador e familiarizar-nos com as possibilidades de nosso telescópio.

Rendimento e comportamento das oculares — Vimos que as oculares são de vários tipos. Todos esses tipos apresentam imperfeições que lhes são características. Não se trata, pois, de defeitos. Prova disso é que a ocular de *Huyghens*, "negativa", que funciona bem com relações focais longas, proporciona maus resultados quando empregada com um refletor de grande abertura relativa, curto f/D. Enquanto isso ocorre, as custosas "orthoscópicas", as "Plössl", podem ser normalmente empregadas com qualquer tipo de instrumento. Embora difícil de admitir, um defeito de centragem pode ocorrer em ocular, sobretudo de construção doméstica. Centrada a imagem de uma estrela, se esta girar ao redor de uma posição considerada central é que tal excentricidade ocorre. Fazendo-se girar a ocular dentro do tubo porta-ocular, e o defeito observado girar ao mesmo tempo que a ocular é sinal de que este tem algum defeito também.

Controles do tripé e da base do instrumento — Tripé ou base de instrumento, seja refrator ou refletor, precisam de estabilidade. A estabilidade é a palavra de ordem e por ela tudo deve ser sacrificado. Antes um peso excessivo que insuficiente. Flexões são inaceitáveis além de certos limites. Se a montagem vibra à menor brisa é preciso cuidado. Uns pouquíssimos segundos, 2 a 3 no máximo, devem bastar para que a vibração causada por um piparote dado em qualquer extremidade cesse de todo. Outro fator importante é o equilíbrio: o instrumento deve estacionar seja qual for a posição que lhe for dada. Isso é parti-

cularmente fundamental na montagem equatorial. Os eixos desta última devem ser livres mas rígidos, sem jogo, senão inadmissível igualmente. Qualquer acessório precisa ser firmemente fixo e também se necessário, retirado com facilidade. A ocular deve deslizar suavemente no seu tubo e, a fim de não sofrer queda ou deslocações imprevisíveis, dispor de um sistema eficiente de bloqueio. Quanto ao buscador, deve ser ele bem orientado a fim de facilitar — é esta sua finalidade — a localização de um objeto no infinito.

Por vezes, a objetiva do refrator cobre-se de névoa decorrente da precipitação noturna. Para evitar esta última, ou pelo menos para reduzir seus efeitos, dotar a boca do instrumento de um pára-sol que se prolongue 30 a 40 cm além do tubo. Por vezes, um sistema de aquecimento construído com umas espirais de fino fio de cobre através do qual se fez passar uma corrente, é suficiente para evitar tal precipitação, mais recomendável, seja dito de passagem, para os astrógrafos durante as longas poses fotográficas.

Cuidados e limpeza das peças ópticas — Trata-se de uma operação que exige cuidado. No caso de uma objetiva de refrator, deve-se notar que a poeira tem relativa pouca importância podendo ser retirada com um pincel finíssimo, tipo "pelo de camelo". Manchas de gordura, entretanto, requerem o emprego de um pano usado por inúmeras lavagens. Um pouco de álcool (90°) poderá ser igualmente usado. A operação deve processar-se diante de um fundo sombrio a fim de ver melhor o aspecto da óptica.

No que respeita às oculares todo cuidado também é pouco. A lente de olho, freqüentemente afetada pelo engorduramento causado pelos cílios do observador, precisa receber tal operação sem pressões excessivas e mediante meticuloso exame do material empregado. Nesse particular, os cotonetes são indicados ou, na nossa opinião, palitos de fósforo finamente apontados a fim de reduzir ao mínimo a superfície de atrito, e envoltos em algodão de boa qualidade. Devemos lembrar que cabe às peças ópticas a visão dos objetos siderais e que se estiverem sujas, tais imagens deixarão a desejar.

Quanto ao espelho do refletor, todo cuidado também é necessário, sobretudo quando se trata de espelho prateado. Essa operação de-

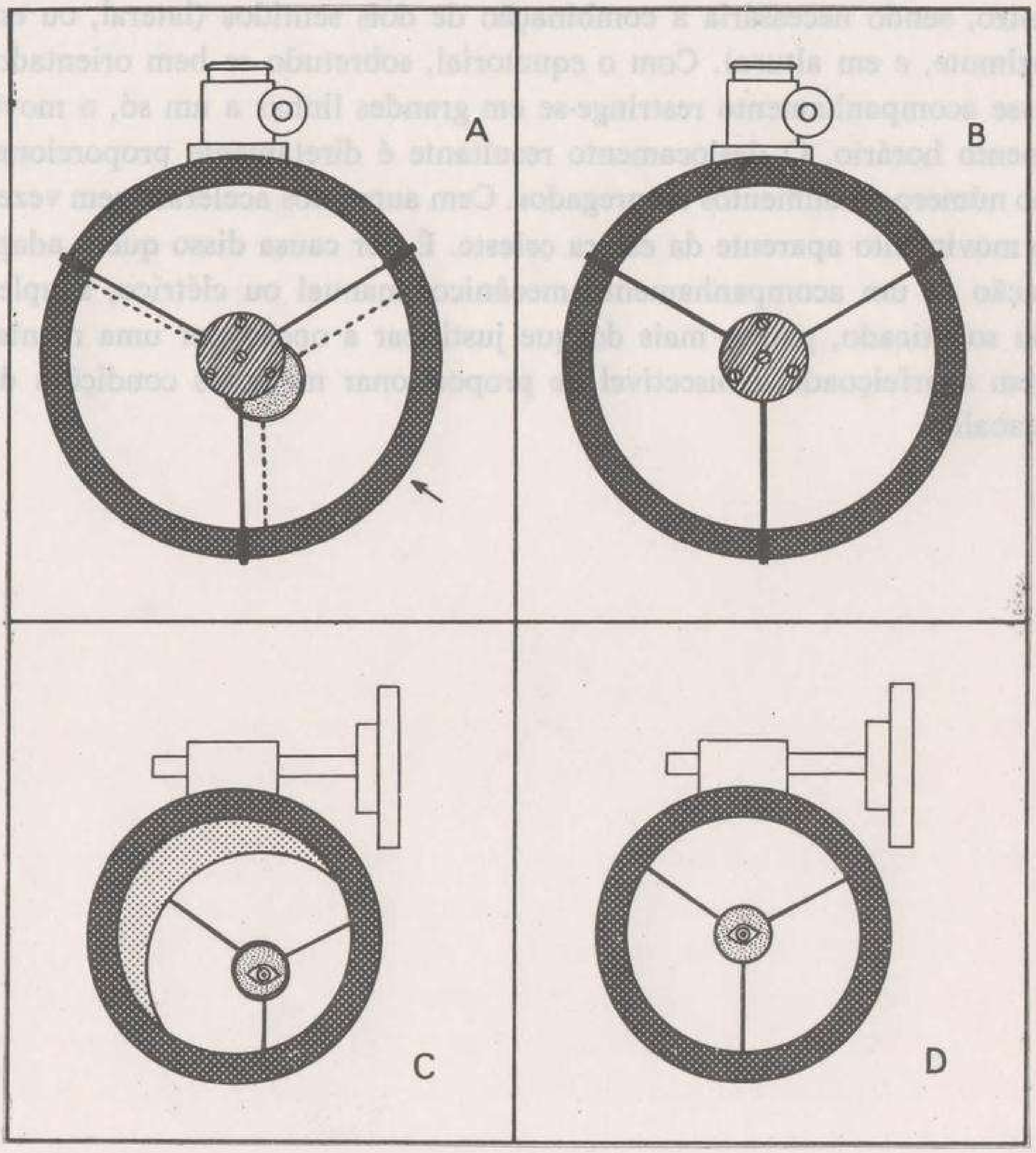
verá ser efetuada o menor número de vezes possível. Quanto a uma superfície aluminizada, se tiver sido bem feita, pode suportar facilmente uma lavagem em água de preferência destilada. Nenhum atrito excessivo é o que se recomenda. Possuímos um espelho de 250 mm, de pirex, cuja superfície fora beneficiada com um depósito de ródio, extremamente resistente. Vez ou outra lavamos esse espelho com sabão neutro. Cuidado, pois, com essa operação é o que recomendamos. A propósito, uma "boneca" constituída de algodão costurado sobre feltro pode se prestar muito bem como proteção do grande espelho quando este não for utilizado. Até hoje utilizamos tal acessório, responsável pela manutenção, durante 23 anos, da aluminização do espelho de 300 mm da "Estação BETA" do Observatório do Capricórnio.

Centragem do grande espelho — Essa operação precisa ser conhecida e realizada por todo observador. O ponto de partida é verificar, primeiro, se o suporte do secundário está perfeitamente centrado. Num tubo cilíndrico, não parece haver problemas; o mesmo, porém, pode não ocorrer num quadrado.

A centragem do primário será mais fácil se o f/D do mesmo for reduzida pois isso permitirá ter acesso aos parafusos de controle de que se acha provida a luva dessa peça óptica. Quando se trata de um longo f/D, como ocorre com os "newtonianos" abertos a f/8 ou 9, haverá necessidade de um assistente. Muito bem, incline-se o tubo de maneira a que ele fique ligeiramente *oblíquo* e que o porta-ocular, sem ocular, fique à altura do olho. Procure-se ver o pequeno espelho projetado no centro do grande. A imagem da sombra do pequeno espelho deve confundir-se com este último quando a centragem for perfeita (para tanto é bom olhar com um olho só). Havendo deslocamento da sombra com relação ao pequeno espelho, precisa-se acionar os parafusos de controle, situados na luva do grande espelho. Via de regra são do tipo "borboleta", para facilitar justamente tal operação. Para realizar a centragem, acionar um dos três citados parafusos após ter verificado o sentido, a direção do movimento. Esta deverá ser de ordem a ocasionar o deslocamento da sombra do pequeno espelho até que desapareça, ou se confunda numa só imagem. Dependendo da eficácia do sistema de parafusos, da tensão das molas, da qualidade do material utilizado e, sobretudo, do acabamento do conjunto, a operação de centra-

gem é pouco demorada. Aliás, a freqüência de "descentragens" indicaria defeitos de construção inaceitáveis, sobretudo quando se tratar de um refletor de mediana potência.

A notar que a centragem de um "newtoniano" é, a nosso ver, muito mais trabalhosa do que aquela de um composto, um "Cassegrain". É que no primeiro caso trata-se de projetar uma elipse (o espelho secundário em 45°) que deve se oferecer circular sobre um fundo circular, o grande espelho. Tal projeção não é tão fácil como à primeira

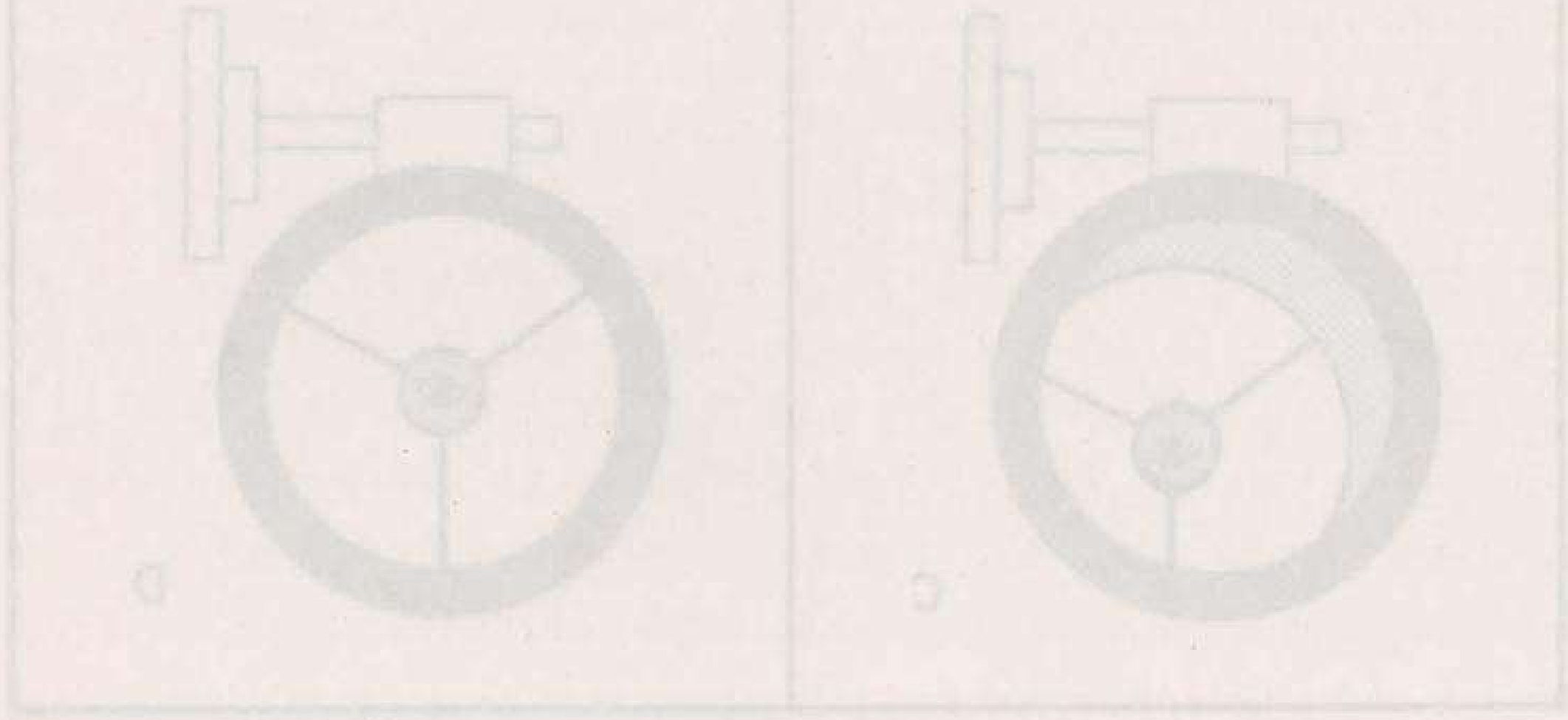


Centragem dos espelhos num refletor (telescópio). A centragem é perfeita quando o grande, o pequeno espelho e o olho do observador se revelarem concêntricos (no exemplo, trata-se da disposição "Cassegrain").

vista pode se supor. Quanto ao "Cassegrain", principalmente clássico (espelho principal perfurado) trata-se de projetar o círculo do secundário sobre o grande círculo do espelho principal, operação evidentemente mais fácil já que não ocorre qualquer problema em centrar de maneira perfeita dois círculos concêntricos.

Caberá ao interessado verificar a exatidão do que dizemos.

Treinando no acompanhamento de um astro — A montagem azimutal complica bastante a tentativa de acompanhamento de um astro, sendo necessária a combinação de dois sentidos (lateral, ou em azimute, e em altura). Com o equatorial, sobretudo se bem orientado, esse acompanhamento restringe-se em grandes linhas a um só, o movimento horário. O deslocamento resultante é diretamente proporcional ao número de aumentos empregados. Cem aumentos aceleram cem vezes o movimento aparente da esfera celeste. É por causa disso que a adaptação de um acompanhamento mecânico, manual ou elétrico, simples ou sofisticado, parece mais do que justificar a opção por uma montagem aperfeiçoada e suscetível de proporcionar melhores condições de trabalho.

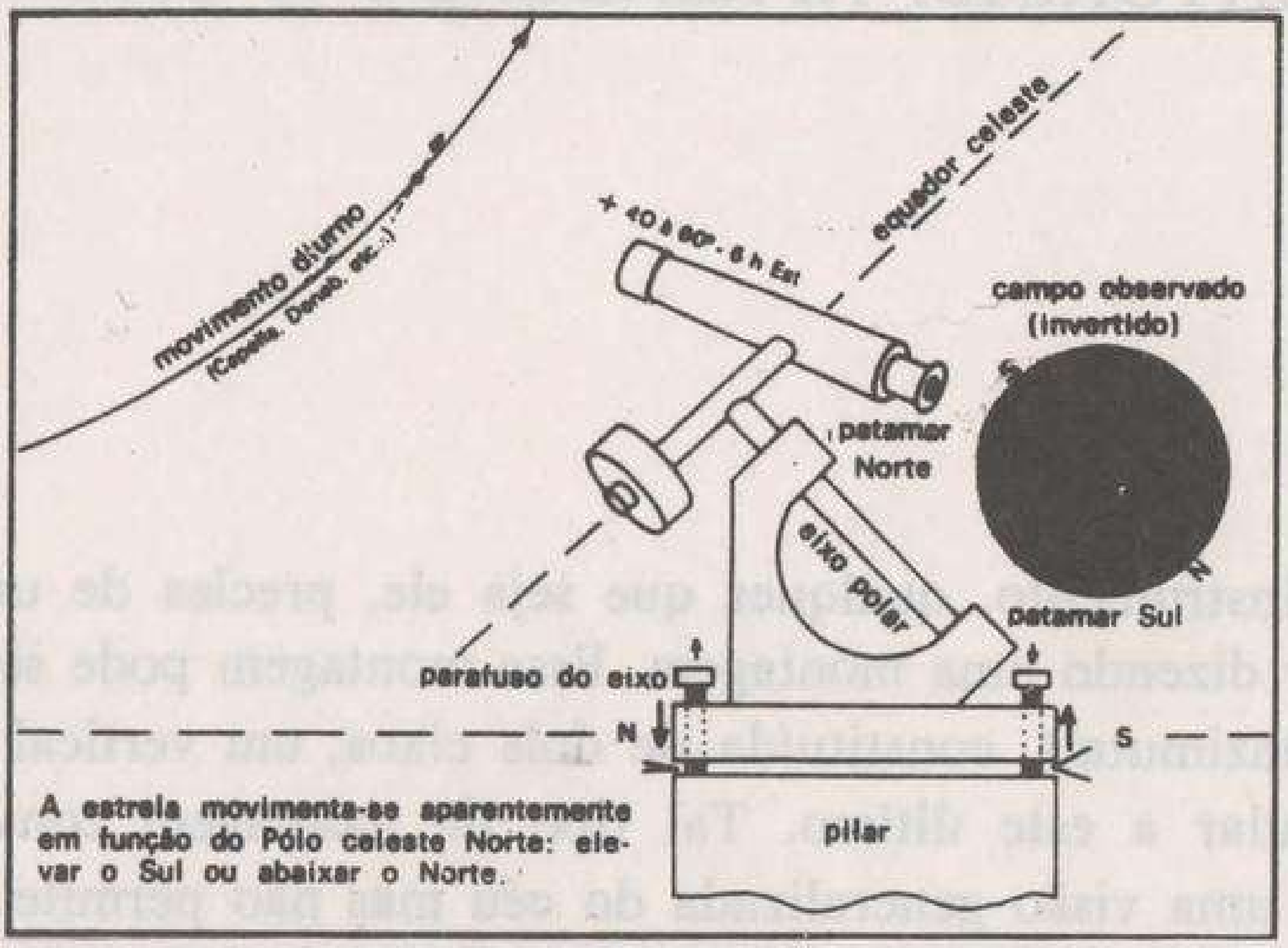


O EQUATORIAL: APRENDENDO A ORIENTÁ-LO

Um instrumento, qualquer que seja ele, precisa de um suporte, ou melhor dizendo uma montagem. Essa montagem pode ser a *azimutal* (ou altazimutal), constituída de dois eixos, um vertical e o outro perpendicular a este último. Tal tipo de montagem convém muito bem para uma visão generalizada do céu mas não permite fazer com que haja o acompanhamento do movimento regular efetuado pela esfera celeste, e com isso dos astros que ela engloba. Para tanto, há que prover a montagem de uma disposição que reproduza tal deslocamento. Essa disposição mecânica é possível com a montagem *equatorial*.

Se inclinarmos o eixo de início vertical de maneira a que ele fique paralelo com a altura do pólo na região onde se encontra tal montagem, já se dispõe, em princípio, de um equatorial. No hemisfério austral, onde nos encontramos, a direção desse eixo agora inclinado segundo a latitude local, será para o pólo Sul. Com isso materializa-se também o meridiano Norte-Sul, ponto de partida para a instalação de uma montagem desse tipo. Um suporte qualquer disposto sobre o eixo perpendicular a esse eixo (que poderemos denominar "polar") permitirá a fixação do suporte onde se encontra o telescópio, seja ele refrator ou refletor, câmara fotográfica ou qualquer outro equipamento destinado à observação e análise dos corpos celestes. Para obter, entretanto,

um movimento igual à rotação aparente da esfera celeste, teremos que adaptar um mecanismo qualquer ao eixo polar a fim de anular o deslocamento em apreço. A rotação decorrente deve ser efetuada em 24 horas siderais, ou seja num tempo igual à rotação da própria esfera celeste, contrapartida daquela de nosso planeta. Essas 24 horas siderais equivalem em números redondos a 23 horas e 56 minutos de tempo legal. Processos variados mas que se resumem na obtenção exata dessa rotação podem, então, ser utilizados e controlados mediante sistemas de controle não raro sofisticados.



Orientação do equatorial. Procedimento (simplificado) para a determinação da latitude do local da observação. O comportamento de uma estrela equatorial determina a elevação ou o rebaixamento do eixo polar (horário) do instrumento.

O segundo eixo, sempre perpendicular ao primeiro, e chamado de *declinação,* permite dirigir o instrumento que suporta para qualquer lugar do céu ao norte ou ao sul do equador, ou, em outras palavras, de qualquer meridiano, passando pelo zênite.

Eis, pois, o princípio da montagem equatorial fundamental na implantação de um telescópio.

(*Obs.* — O grande refletor de 6 m, ora instalado na União Soviética, não se encontra, todavia, instalado em equatorial mas *em azimutal.* Para tanto contribui o grande peso da montagem (mais de 900 toneladas) e utilização de programadores e computadores para acionarem os deslocamentos simultâneos em declinação e ascensão reta do gigantesco telescópio).

Orientação aproximada — Vejamos como isso pode ser realizado. Os instrumentos adquiridos no comércio dispõem, quando montados em equatorial, de um sistema de bloqueio que permite adaptá-los à latitude do lugar. Para facilitar, possuem discos graduados, quase sempre de pequenas dimensões, o que lhes permite uma precisão não muito exata (cerca de 1°). O observador, para poder utilizá-los convenientemente, ou quando muito com alguma precisão, terá que recorrer a uma lupa para distinguir o espaço existente entre os minúsculos traços. Conhecida a altura do pólo do local, deverá então liberar o forte parafuso de bloqueio (normalmente dispondo de pequena alavanca) e . . . reproduzir, mediante o índice, essa latitude, bloqueando fortemente a seguir.

Conhecidos os pontos cardeais, principalmente a região Sul, servir-se como referência de alguma estrela circumpolar (o *Cruzeiro do Sul,* é particularmente indicado, sobretudo quando culmina) e tentar localizar, através do buscador, uma pequena estrela da constelação do *Octante,* conhecida como *sigma.* Corresponde ela, embora com evidência muito menor, à Polar do hemisfério Norte. Sua magnitude, 6.ª, a coloca no limite extremo da visibilidade a olho nu. O amador deverá ter, é bom sabê-lo, algumas noções através da leitura, da consulta em atlas estelares, ou através de colega mais experiente, que digam respeito ao problema a fim de ter facilitada ao máximo tal operação. A tal respeito, vale ressaltar que a orientação de um instrumento como

o que acabamos de mencionar, instalado num tripé, não raro pouco robusto, poderá se revelar contraproducente já que sujeita a batidas involuntárias. A mais bem cuidada orientação pode se ver anulada em fração de segundo. O ideal seria se poder dispor de uma base estável mas isso é outro problema.

Outro processo, por sinal apenas aproximado quanto à exatidão, diz respeito à utilização de uma bússola. Determinado o norte magnético, avaliar a declinação correspondente (entre 16° e 18° Oeste aproximadamente), descontá-la e levá-la em consideração com relação ao pólo Sul. Tal processo fornecerá, aproximadamente repetimos, a meridiana Norte-Sul. Tomar o cuidado de utilizar a bússola longe de massas metálicas, sobretudo se ela for de precisão. O mesmo pode ser feito durante o dia a fim de, posteriormente, e com o auxílio do Sol utilizando a sombra de uma haste vertical e acompanhando seu deslocamento a partir de certa hora da manhã, sua passagem pelo meridiano e parte da tarde, com a bissetriz do semi-círculo conseguido, determinar-se o próprio meridiano N-S. A leitura num anuário astronômico da passagem do Sol ao meio-dia da data aprazada para tal determinação facilita tal operação, que levada a bom termo poderá constituir a base definitiva do futuro observatório.

Essas instruções dizem respeito unicamente à montagem *equatorial* e não se aplicam por desnecessárias à azimutal. Os instrumentos com montagem equatorial simples *fixa,* mas com a inclinação do eixo polar aproximadamente paralela à latitude local deverão requerer calços seja no lado norte (lado mais baixo) seja ainda no lado sul, correspondendo à altura do pólo. Zelar para que não haja qualquer jogo que interfira na estabilidade do instrumento.

Um último recurso para fixar o posicionamento dos tipos de instrumentos citados é de colocar no local determinado marcos indicadores suficientemente estáveis para permitirem sua utilização e finalidade.

* * *

Terminamos aqui o que poderíamos considerar uma abordagem generalizada dos inúmeros e variados problemas, das inúmeras e variadas questões, de pequena e também grande importância que cercam a

área de interesse do amador de astronomia. Mais uma abordagem em superfície do que a análise profunda, destinada mais a orientar do que ensinar o principiante que, atraído por essa área do conhecimento humano, deseja saber como tirar melhor partido do pequeno instrumento adquirido ou daquele que, mercê de fatores favoráveis, intentar construir com suas próprias mãos ou com o auxílio de um confrade. Daqui para frente, procuraremos dar à nossa exposição um cunho algo mais prático, colocando o leitor interessado mais próximo das condições experimentais que provavelmente irá enfrentar. Algumas normas visando orientá-lo nas observações ver-se-ão igualmente incluídas, não devendo, entretanto, esgotar integralmente os aspectos que estas certamente abarcam, sobretudo quando amparadas por técnicas instrumentais algo mais sofisticadas, assim como pelos conhecimentos teóricos que, elementares ou avançados, sempre se farão indispensáveis. Em suma, uma abordagem algo sumária, talvez elementar, mas que permita fazer entrever a vasta complexidade que cada um dos campos ventilados, alguns sumariamente, sem dúvida revelarão, se aprofundados.

Obras mais avançadas existem em profusão versando sobre os assuntos discutidos nas páginas anteriores e naquelas que vão se seguir. Infelizmente, não em português. O leitor familiarizado com línguas certamente encontrará diversas delas, já que o tema é familiar e tem sido tratado em todos os níveis. A lista, por sinal curta, de algumas dessas obras encontra-se inserta na bibliografia que incluímos no fim do presente trabalho e deverá atender, assim esperamos, ao interesse mais aprofundado do leitor.

Parte II

1

QUANDO O INSTRUMENTO É CONSTRUÍDO PELO AMADOR

Montagem do telescópio — Até aqui falou-se dos elementos ópticos — objetivas ou espelhos — assim como das leis que regem estes últimos. Necessário se torna, agora, comentar alguns dos aspectos que cercam sua disposição e como são eles utilizados. É preciso notar que os elementos ópticos seriam de pouco ou mesmo nenhum uso se não existissem os poderosos recursos da mecânica. Aliás, tal fato constitui uma regra por assim dizer evidente, já que sua importância concorre para fazer com que o custo dos componentes postos à disposição por essa mesma mecânica atinja níveis não raro superiores aos elementos ópticos considerados separadamente. Sob muitos aspectos, isso é compreensível uma vez que, sendo delicados e precisos os elementos ópticos, as partes mecânicas que os suportam precisam igualmente ser muito bem acabadas, daí o custo por vezes respeitável que apresentam no mercado. Se respeitável se torna tal posicionamento com relação a instrumentos considerados "de amador", colocados no comércio pelas indústrias nem sempre especializadas, que dizer daqueles que constituem verdadeiras jóias tanto de óptica como de precisão mecânica? Que o leitor examine com atenção o conjunto representado por um desses pequenos refratores freqüentemente encontrados no comércio (quase sempre de origem japonesa). Acostumamo-nos, voluntariamente ou não, a considerar elevado senão proibitivo o custo, mas com freqüência es-

quecemos de levar em conta a importância dos inúmeros e pequenos detalhes que constituem tal conjunto. Para avaliar um pouco melhor esse lado da questão, sugerimos ao interessado que empreenda ele próprio a construção de seu instrumento. Digamos que para tanto já possua uma lente, um pequeno *doublet,* e que pretenda utilizá-lo corretamente. Seu primeiro passo, quase sempre seguido de tropeços, será quando se dispuser a montar tal peça óptica num tubo qualquer e, isto realizado, fazer o mesmo com a ocular, por vezes dificilmente conseguida! Em seguida, será a vez do suporte, ou melhor dizendo da montagem, etc, enfim, de todo o instrumento que constitui, acreditamos, o alvo de seu interesse. Em outras palavras, o empreendimento não lhe será nada fácil. Embora tendo pautado nosso posicionamento com relação a instrumento de origem importada mas que ao nosso ver apresenta certas deficiências(debilidade mecânica, estabilidade insuficiente), reconhecemos que, no conjunto, o pequeno refrator ou refletor assim disponível é razoavelmente bem feito, caprichado em alguns detalhes, bem apresentado e que de um modo geral preenche satisfatoriamente os fins para que foi construído. Razoavelmente ou não, serve tal instrumento para despertar o interesse pela observação muito embora tenha restrições, limitações fácil e rapidamente alcançadas. Daí a freqüência das desistências ou, paradoxalmente, a tentativa de conseguir um instrumento algo mais potente e, como se diz hoje freqüentemente, competitivo. É justamente este último posicionamento que nos interessou na elaboração dos elementos que a partir daqui vão justificar esta parte do presente trabalho.

Os aspectos ventilados acima fizeram entrever uma necessidade que podemos considerar meridiana. Permitiram eles avaliar que os diversos elementos que constituem um instrumento precisam ser associados, combinados com precisão e robustez. Se tivermos sempre em mente que a função precípua de um telescópio é de *aumentar, ampliar,* salta aos olhos que toda trepidação, todo tremor da estrutura será igualmente ampliado com reflexos inaceitáveis no comportamento da imagem por ele fornecida. Por outro lado, o conhecimento mesmo elementar dos primeiros elementos astronômicos deve lembrar ao interessado que, girando ao redor de seu eixo, a Terra provoca a rotação do céu em sentido contrário a esse seu movimento. A deslocação

do objeto visado obriga o operador de um telescópio, sobretudo quando simplesmente montado, a efetuar movimentos seguidos, freqüentes e por isso mesmo cansativos que, se realizados com dificuldade, dão à observação um conjunto de aspectos sem dúvida desagradáveis. E isso sem falar do posicionamento da ocular que precisa ser situada de modo a que o olho do observador a alcance sem problema, seja qual for a altura do astro visado. Num pequeno instrumento, isso não é problema já que, via de regra, houve preocupação para tanto, sobretudo quando o mesmo é de origem industrial, como aquele a que fizemos referência. Que dizer, entretanto, quando se trata de um gigante óptico cuja ocular se encontra a vários metros do solo, exigindo do observador participação efetiva para que possa, através de inúmeros acessórios aparentemente sem importância, acompanhar, fiscalizar o deslocamento preciso do instrumento?

Não é este o caso do leitor. Tendo optado por um pequeno refrator, a parte instrumental encontra-se, pelo menos em parte e por algum tempo, satisfeita. Como tal tipo de instrumento é oferecido com todos os acessórios de que necessita, não há porque comentar aqui seus aspectos. É, pois, para o refletor, via de regra totalmente construído com suas próprias mãos, que voltaremos nossa atenção. Se dispuser das peças ópticas, grande espelho e secundário, melhor. Caso contrário terá que recorrer aos poucos ópticos existentes entre nós para conseguir uma, ou então, como pode realmente acontecer, empreender ele próprio sua construção. Para tanto, terá que cercar-se de condições ventiladas no início do presente trabalho ou mesmo estudar em profundidade os detalhes que por razões diversas não tratamos mais extensamente. Consultas em obras estrangeiras sobre a matéria (indicarem-se algumas na parte reservada à bibliografia) poderão, muito provavelmente, fornecer-lhe os elementos completos. Ao amador cabe, pois, conseguir a realização da peça óptica elaborada.

No caso, o leitor possui um espelho, digamos de 200 mm, com um f/D (relação focal) igual a 8, indicada como sendo normal. O primeiro passo é saber qual a montagem que irá utilizar: *azimutal? equatorial?* E sendo esta última, que tipo? "alemã", "de forca", "mista", "de berço"? A montagem azimutal não oferece muitas opções já que uma forte forca em "U", ligeiramente inclinada e colocada num tripé, numa

coluna, que possa girar 360°, uma haste de fixação do tudo (redondo ou quadrado) à força, e pronto! Eis o instrumento montado. O grande espelho poderá ser colocado numa base (de madeira ou metal) pouco maior que ele, fixado mediante garras, feltradas e sem aperto, excessivo, colocadas uma a 120° da outra, por sua vez associada a uma segunda base e combinada a 3 parafusos com molas, também a 120° um do outro, a fim de permitir a regulagem, a colimação correta. O conjunto fixado mediante "orelhas" na parede interna do tubo, em sua parte inferior. Quanto ao secundário, um suporte é preso ao tubo mediante 3 finas e delgadas hastes, tendo no centro as garras de fixação, sem pressão excessiva, do pequeno espelho colocado, como exigido, num ângulo de 45° com relação à meridiana do tubo. Em suma, o máximo em centralização. Do lado exterior do tubo o porta-ocular deverá ser posicionado sempre tendo em mente o f/D do espelho e, claro, o diâmetro do tubo. Este não poderá ser excessivo, de 10 a 20 mm no máximo a mais que o espelho, e pronto!

A vantagem de um azimutal, principalmente como esse, é de poder ser deslocado com relativa facilidade. Isso vem muito a propósito pois o local é fundamental para um telescópio, sobretudo de certa potência como é o 200 mm. As restrições são imediatas já que de pronto um instrumento de tal porte cedo terá limitadas as suas possibilidades.

Com mais fortes razões isso deve ser considerado quando se propõe recorrer à uma montagem equatorial. Trabalho perdido sem dúvida se não houver local adequado ou, o que é pior, céu disponível.

Acreditamos, porém, que o local exista e que, no futuro, se erga no mesmo o posto de observação, o abrigo propriamente dito. Volta, porém, à baila o tipo escolhido para a montagem equatorial. O princípio fundamental é que pode acompanhar o deslocamento do céu. Quanto a fazê-lo manualmente ou mecanicamente, reside aqui um aspecto relacionado à utilização a ser efetivamente realizada com tal instrumento. A mecanização, muito embora facilite e aumente o rendimento de um telescópio, trai não raro certa tendência de poder dispor de facilidades e comodidades por vezes excessivas. Claro, o fato de dispor de controles elétricos ou quiçá eletrônicos permite ter acesso a participações realmente válidas. Mas, acrescentamos, à condição que *efetivamente*

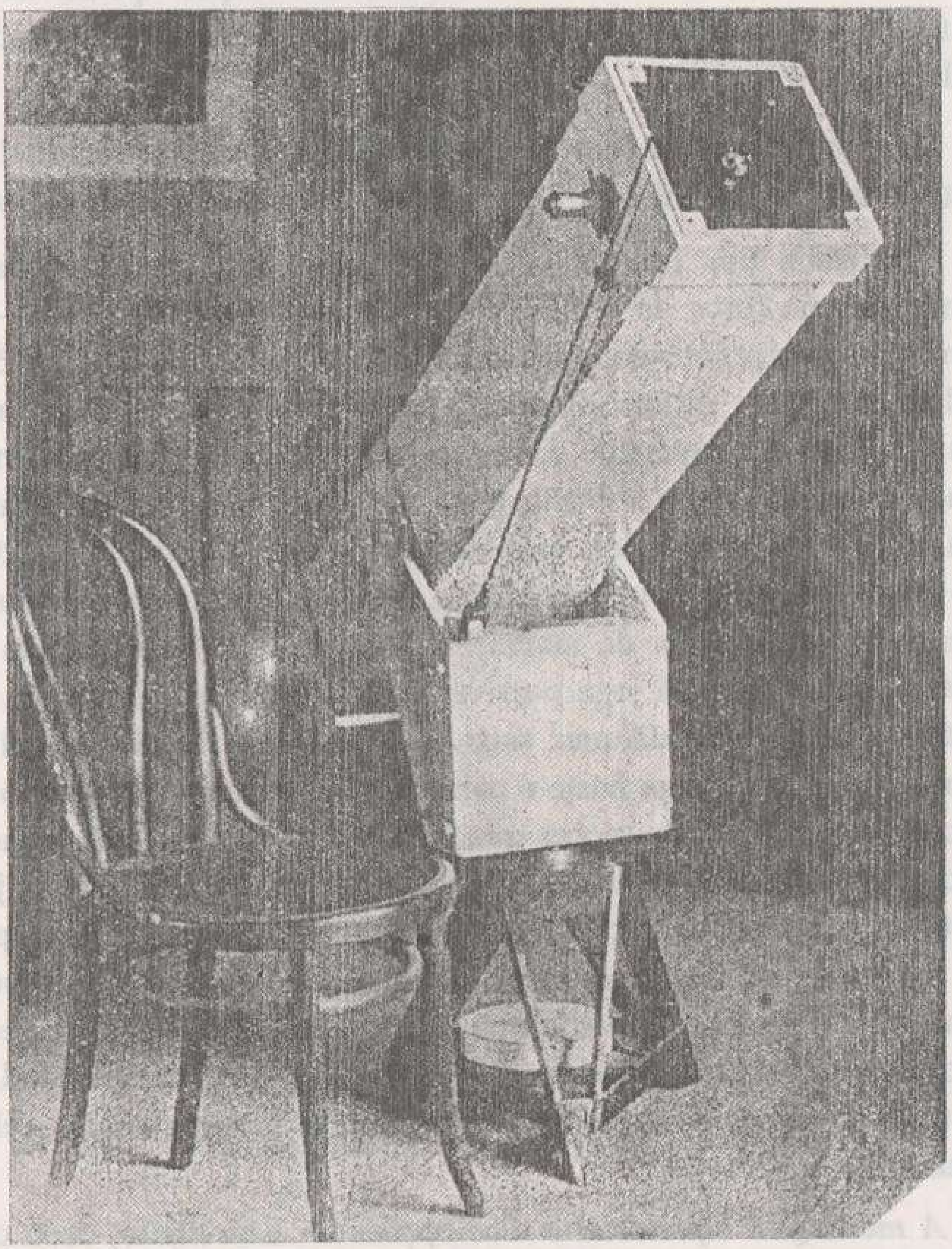
essas participações sejam de fato realizadas, o que nem sempre é o caso, podemos afiançar. Conhecemos, mantivemos contato epistolar por muito tempo com um dos mais ativos observadores lunares da atualidade, *Patrik Moore,* da *British Astronomical Association* que por longos e longos anos jamais teve mecanizado seu refletor de 12" (300 mm), racionalmente empregado na observação do nosso satélite. Montado em azimutal, contentou-se o mesmo em dispor apenas de movimentos lentos, manuais, o que não impediu a obtenção de magníficos resultados.

Mas, vejamos, rapidamente, uma solução bastante racional e eficiente, a montagem *Standard,* da *Société Astronomique de France.*

Idealizada por *Danjon* e *Couder,* na década de 20, consiste a mesma de uma forca de linhas retas, quadradas, que descansa — e aí se encontra a engenhosidade — sobre forte eixo de aço, de 40 a 50 mm de diâmetro (esta última dimensão vê-se recomendada para um 200 mm), cuja base, fortemente reforçada e alargada, tem uma parte rosqueada e afixada num robusto tripé, de baixa altura, bem dimensionada, e cuja parte superior, terminada em cone (da ordem de 20°) recebe através de cantoneiras metálicas, adequadamente perfuradas, todo o peso da citada forca de madeira. Como tais perfurações são justapostas ao cone, não há jogo possível, o que permite à forca um movimento de 360° sem qualquer soco ou tranco. A fixação em altura é efetuada mediante longa haste e parafuso de bloqueio associando a forca ao tubo, por sinal de seções quadradas para facilitar não só ao conjunto mas à própria construção. Utilizada em grande escala, já que constitui uma maneira racional de resolver satisfatoriamente o problema, a montagem *standard* SAF, quase que inteiramente constituída de madeira, é uma opção válida para o amador desprovido de recursos tanto econômicos como técnicos. Melhor ainda, é ela recomendada para refletores de curto f/D, tal a compactidade proporcionada pelo seu conjunto.

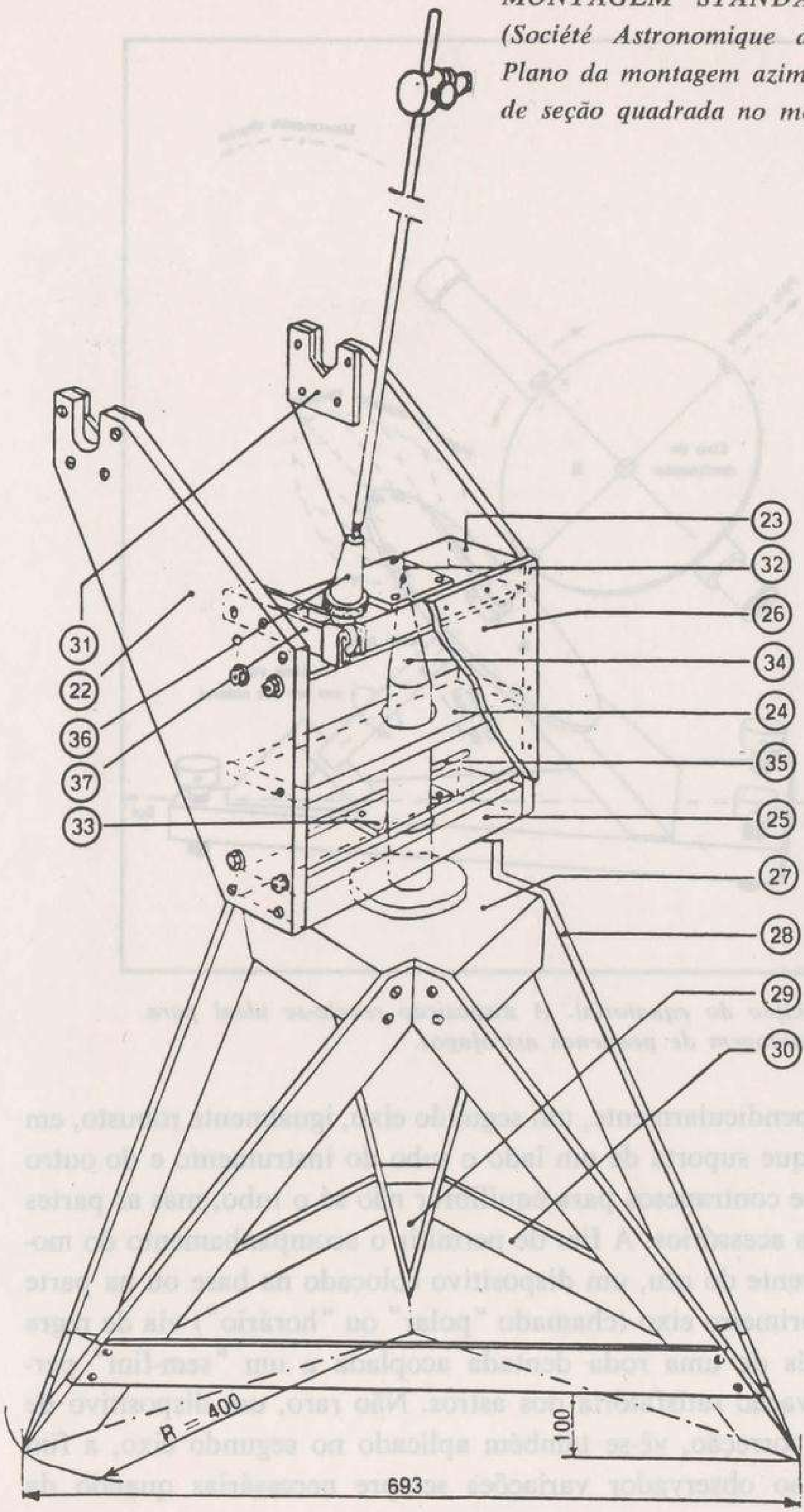
A montagem equatorial e suas opções — Entretanto, cedo ou tarde, a opção final é, sem dúvida, uma montagem que permita explorar racionalmente todas as possibilidades ópticas do instrumento. Muitas soluções estão ao alcance do interessado. Descrevamos algumas delas, as principais e, evidentemente, aquelas que podem ser realizadas.

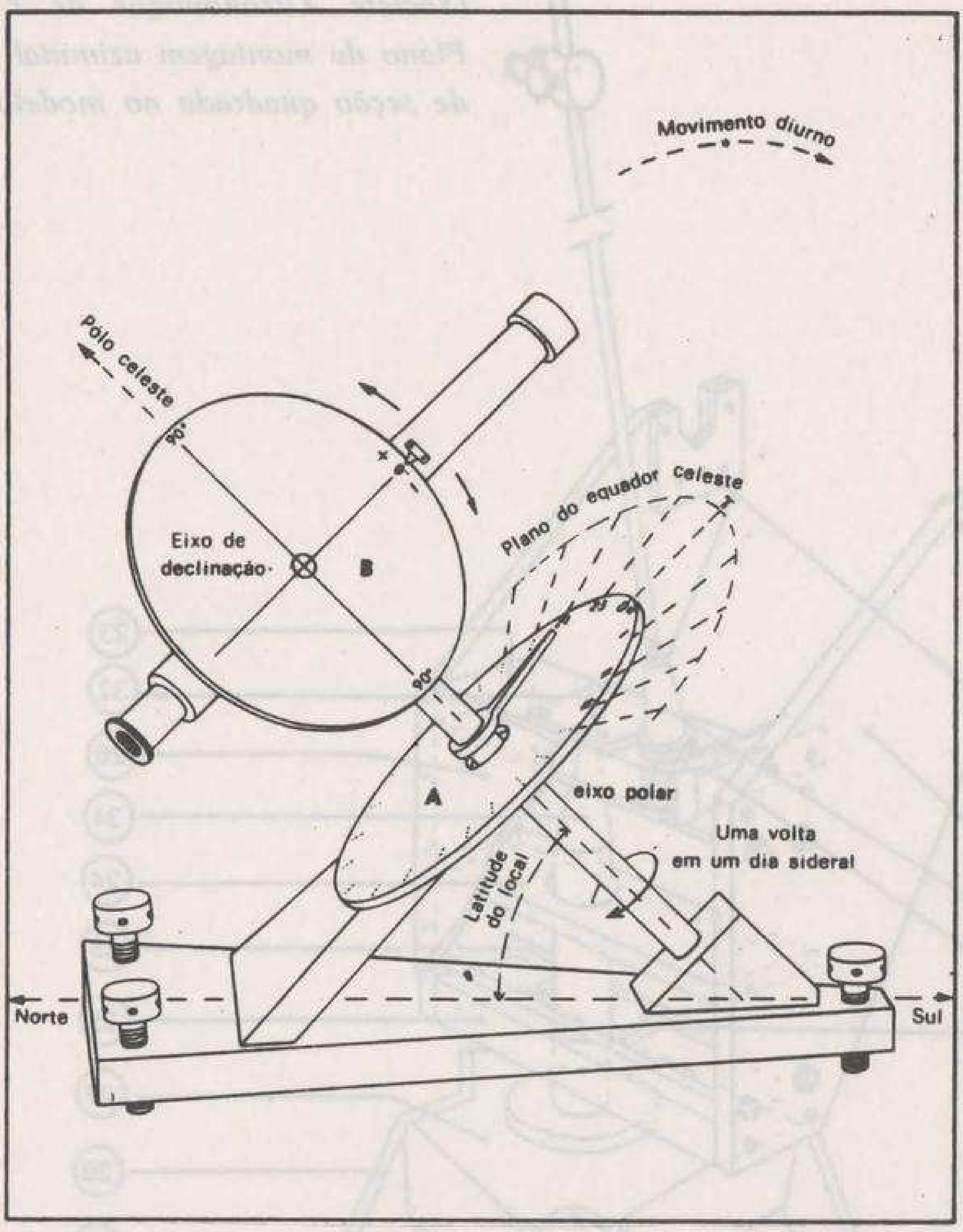
Montagem Alemã (de Fraunhofer) — Clássica por excelência pois foi ela largamente utilizada pelo grande óptico alemão quando da construção de seus notáveis refratores do começo do século XIX, tem sido ela comum em quase todos os instrumentos, sobretudo de origem industrial. Compõe-se em suas grandes linhas de um único e geralmente forte eixo inclinado, ou inclinável segundo a latitude do lugar, e que



MONTAGEM "STANDARD" — SAF (Société Astronomique de France) — Primeiro de uma série. Dispondo de um espelho de 200 mm, "aberto" a f/6, permitia em condições normais aumento até 400 x. Marcou época a partir de 1946/1947, sendo muito popular entre os amadores franceses pela facilidade de construção (quase toda de madeira) e baixo custo.

MONTAGEM "STANDARD" DA SAF (Société Astronomique de France) — Plano da montagem azimutal. O tubo é de seção quadrada no modelo original.

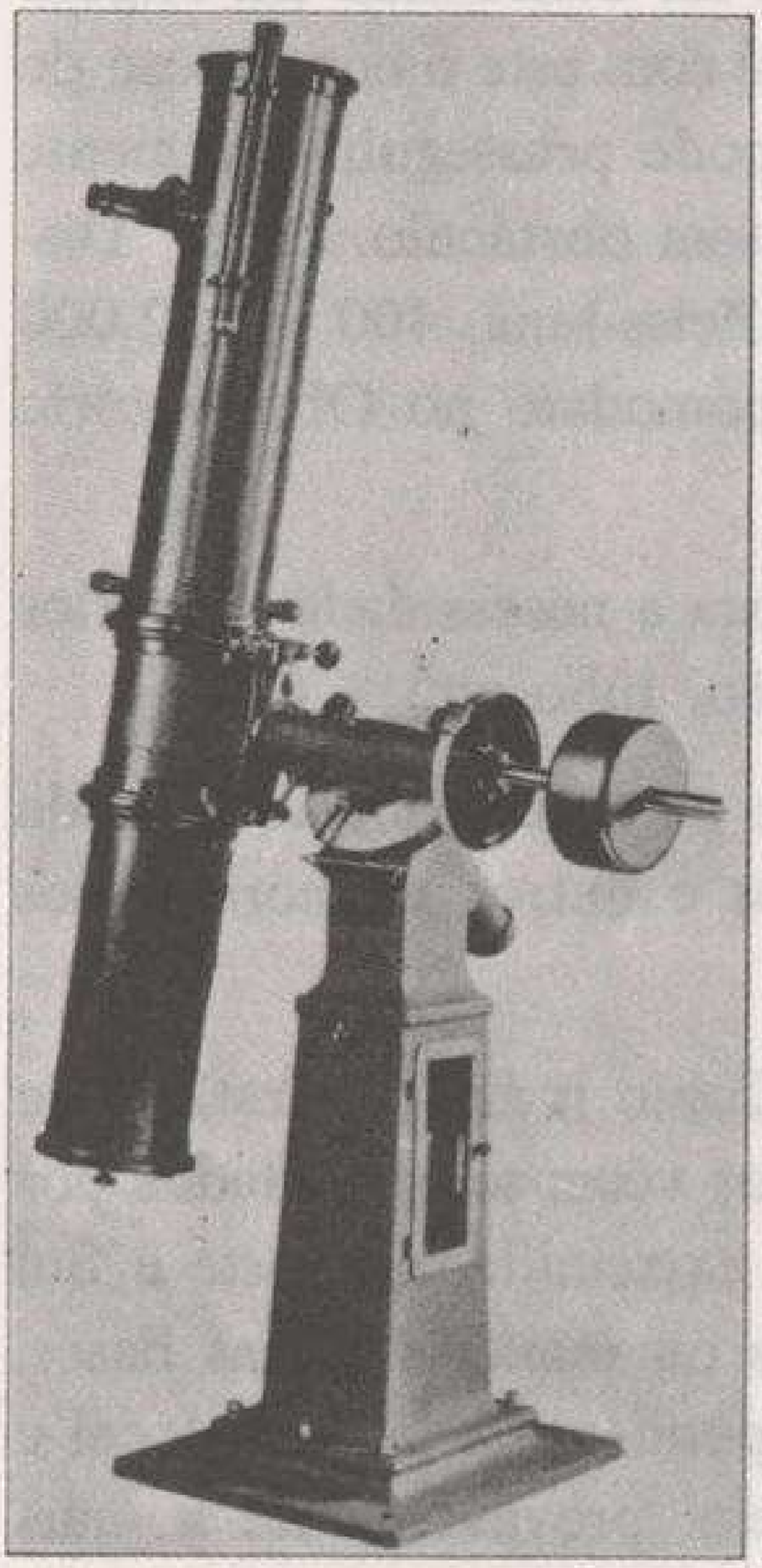




Princípio do equatorial. A disposição revela-se ideal para a montagem de pequenos astrófagos.

sustenta, perpendicularmente, um segundo eixo, igualmente robusto, em ângulo reto, que suporta de um lado o tubo do instrumento e do outro um sistema de contrapesos para equilibrar não só o tubo, mas as partes ópticas e seus acessórios. A fim de permitir o acompanhamento do movimento aparente do céu, um dispositivo colocado na base ou na parte superior do primeiro eixo (chamado "polar" ou "horário") via de regra obtido através de uma roda dentada acoplada a um "sem-fim" permite a observação satisfatória dos astros. Não raro, um dispositivo de controle, de correção, vê-se também aplicado no segundo eixo, a fim de permitir ao observador variações sempre necessárias quando da

observação. Completa essa montagem um sistema de correção em altura e em azimute, geralmente colocado na base do primeiro eixo, permitindo o alinhamento perfeito e definitivo sempre exigido para o instrumento fixo ou pelo menos de porte médio ou grande. Se lembrarmos que o eixo horário, ou polar, para acompanhar o movimento aparente do céu, precisa dispor de uma rotação vizinha de um giro em 24 horas, o interessado terá que se esmerar para conseguir, seja através de uma grande roda dentada, seja através de um setor desta última, e um sistema de transmissão, geralmente um "sem-fim", esse mesmo período de rotação. Com os recursos atualmente disponíveis, tanto mecânicos como eletrônicos (variador de freqüência, entre outros), as opções são várias e passíveis de solucionar efetivamente o problema. Feito o cálculo, as avaliações, já que o tipo, as características do instrumento e também a finalidade entram em jogo, indicamos abaixo os prós e contras de semelhante montagem.



Montagem equatorial clássica. Tipo "alemã", particularmente indicada para refletores de 200 a 400 mm.

Vantagens

A montagem "alemã" não é rigorosamente perfeita. Vale, porém, assinalar os fatores favoráveis:

1) Transporte fácil, quando utilizada com pequenos instrumentos;
2) Uma única base, pilar ou tripé se for o caso;
3) Montagem compacta, quando bem estruturada e dimensionada, o que permite grande estabilidade em pequeno espaço;
4) Visibilidade praticamente total de todo o hemisfério celeste, sobretudo quando o espaço existente entre o suporte, ou "berço" do tubo, e os cruzamentos dos eixos polar e D for mínimo.

Desvantagens

1) Necessidade de reversão do tubo do instrumento ao passar o astro visado pelo meridiano central. Essa desvantagem pode ser grandemente reduzida se a base do instrumento for construída em ângulo a fim de permitir o afastamento do tubo e com este o contrapeso do conjunto. Isso ocorrendo, a observação pode prosseguir livremente já que o citado contrapeso se deslocará sem obstáculo. (N.B.: Dispõe de semelhante sistema o Astrógrafo Zeiss-Jena, 400 mm/2.000 mm, da UFRJ, o qual se encontra sob comodato no Observatório do Capricórnio).
2) Vários centros de gravidade, o que provoca a necessidade de vários contrapesos auxiliares (eixo de declinação, tubo etc);
3) Flexões se o f/D óptico for longo, o que pode ser contrabalançado com o aumento dos diâmetros dos eixos e outros melhoramentos técnicos, perfis adequados etc.

Montagem inglesa, ou "de berço" — Como indicado, trata-se de um tipo em que o tubo e eventuais acessórios vêem-se sustentados por uma estrutura em forma de berço, e cujas extremidades Norte e Sul descansam sobre bases através de coxinetes ou mancais. Essas bases, em número de duas, têm uma altura correspondente à latitude local e com isso caracterizam o tipo. Tal montagem, provavelmente a mais eficiente em nossa opinião, é particularmente indicada para instrumento de grande porte. Vejamos suas vantagens e desvantagens.

Vantagens

1) Não obriga a reversão do tubo do instrumento quando da passagem pelo meridiano central, uma vez que se desloca por 180° sem qualquer obstáculo, fator este extremamente importante;

2) Maior equilíbrio em toda a massa do instrumento devido à existência de dois pontos de sustentação;

3) Particularmente recomendada para telescópios destinados à fotografia.

Desvantagens

1) A região do pólo é inacessível;*

2) Não é recomendada para refratores, ou refletores do tipo "Cassegrain" clássico;**

3) Exige vasto espaço por possuir *duas* bases.

Possuímos, por volta de 1954, uma montagem desse tipo, instalada sob cúpula de 5 m de diâmetro e a cerca de 10 metros de altura. Completamente isolada em sua estrutura, proporcionou memoráveis resultados observacionais durante a oposição de Marte daquele ano. Embora não tivéssemos tido tempo para mecanizá-la (pretendíamos instalar um sistema equatorial do tipo "setor liso"), permitia tal montagem o patrulhamento por assim dizer do céu através de um espelho de 300 mm, "aberto" a f/5.7, hoje utilizado na câmara de Schmidt do Observatório do Capricórnio que aguarda por sua montagem. A notar que as regiões circumpolares, ou mesmo as áreas vizinhas ao pólo eram facilmente acessíveis já que o tubo era instalado quase a cava-

---

* Tal desvantagem vê-se anulada mediante o emprego de "ferradura" (tipo M. Palomar).

** Obstáculo passível de ser suplantado se um terceiro espelho, plano, for utilizado.
Esse tipo de montagem viu-se recentemente utilizada por *F. Ginelli*, do "Giordano Bruno" (Fortaleza) e no dizer dos entendidos, é o que se fez de melhor no gênero em montagens de telescópios. (Esse último instrumento encontra-se, hoje, instalado no Colégio Christus dessa cidade).

leiro do grande berço de sustentação. Quanto ao eixo polar, consistia ele de dois setores de 2" (50 mm) de diâmetro cada um e conjugados com mancais pesados dotados de rolamentos de esfera. Um sistema de freio, confeccionado com fita de aço, associado a longa haste metálica, assegurava o bloqueio em declinação.

Montagem mista, ou inglesa modificada — Variante da anterior, mas possuindo setores comparados à "alemã", esse tipo de montagem tem qualidades que realçam e mesmo justificam sua utilização. Possuímos um exemplar, primeira tentativa aliás para fugir aos sistemas usuais, quando empregamos o eixo traseiro de um pequeno caminhão avariado e jogado ao "ferro-velho". Aproveitaram-se não poucas peças do mesmo com vistas à sua disposição sobre duas bases constituídas de robustas vigotas de 25 cm de lado, de madeira de lei, utilizadas posteriormente quando da construção da montagem de berço previamente citada. Muito embora pouco utilizada, permitiu constatar uma de suas principais qualidades: robustez total, estabilidade. Um jovem amador, *R. Marcon,* de Campinas, pelo que sabemos, está construindo um tipo de montagem semelhante, inteiramente metálica.

Vantagens

Mais ou menos idêntico à anterior, mas revelando certa superioridade quanto à observação da região polar, pode tal tipo de montagem ser utilizado tanto com refletor como com refrator.

Desvantagens

1) Grande espaço para sua implantação;
2) Utilização de contrapeso por vezes considerável, sempre propenso a ocasionar problemas de equilíbrio.

Montagem de forca — Tipo de montagem particularmente eficiente quando bem dimensionada e robusta. Tem ultimamente sido largamente utilizada, sobretudo pela indústria especializada ("Celestron", "Dynamax"). Compõe-se ela de um forte eixo inclinado segundo a latitude local, na extremidade do qual, articulado, um garfo de dois braços

segurando o tubo do instrumento. Rolamentos ou mancais asseguram o movimento suave enquanto que um sistema de roda dentada e sem-fim, acoplado a controle obtido mediante desmultiplicação, variador de freqüência, etc, permitem o movimento sideral. O controle, as correções, tanto em AR como em D são obtidos mediante movimentos lentos. Para ser plenamente eficiente, a montagem de forca precisa ser robusta, com braços bem dimensionados e, aqui vai uma sugestão pessoal, não de seção uniforme mas bem mais largos na junção com o eixo polar. Outrossim, este último deve ser do tipo tronco-cônico, o que lhe confere o máximo de robustez. Trata-se de um tipo de montagem particularmente indicado para refletores de curto f/D, embora suscetíveis de terem um longo f/D resultante, facilmente conseguido através das disposições ópticas compostas (Cassegrain puro, Schmidt-Cassegrain).

Vantagens

1) O pólo é particularmente acessível, ou mesmo diretamente focalizado, o que não é conseguido por nenhuma outra montagem, exceção feita à de berço variante "ferradura";
2) Não ocorre a necessidade de inversão do tubo ao franquear o MC uma vez que os 180° da esfera celeste, de Leste a Oeste, são acessíveis;
3) Em princípio, não necessita de contra-pesos.

Desvantagens

1) Aumento de peso e, conseqüentemente, da tração à medida que a abertura óptica aumenta;
2) Não é recomendada e por isso não é empregada por refratores, pelo menos clássicos.

(*Obs.* — A disposição Cassegrain pode encontrar obstáculos com esse tipo de montagem se esta não for bem dimensionada. O emprego de ocular zenital, muito embora afetando o posicionamento das ima-

gens, resolve satisfatoriamente seu emprego, aliás, popularizado pelo "Celestron", "Dynamax" e outras marcas).

Estas, pois, as principais montagens utilizadas com maior freqüência não só pelos observatórios de grande porte como por não poucos amadores. Poderíamos incluir uma, por sinal bastante singular, já que se diferencia de todas aquelas que mencionamos aqui. Trata-se da "Springfield", de *R. Porter*, nada mais nada menos que o autor do modelo que serviu de base à estrutura do M. Palomar. Emérito desenhista e construtor de inúmeros telescópios, idealizou essa que foge inteiramente à disposição das demais. Com ela, o observador situa-se como se fosse um microscopista. Isso é possível pelo fato de a ocular manter-se numa posição fixa seja qual for a altura do astro observado. É também na disposição do cabeçote equatorial que reside a variante por sinal interessante, pelo menos para instrumentos de abertura usual e com f/D convencional. Outra inovação é que o contrapeso encontra-se fixado no tubo do instrumento, que gira de certo modo ao redor do observador que, sentado (condição esta válida pelo ineditismo) e, como acenado, olhando *para baixo*, tendo ao alcance da mão, quando de montagem bem realizada, ambos os controles de AR e D. Melhor do que palavras, o desenho dessa montagem dará por certo idéia mais completa acerca de suas possibilidades. Praticamente desconhecida no Brasil e por tal razão não utilizada pelo amador, esse tipo de montagem solucionaria elegantemente o problema da observação do céu. Em que pese o maior número de elementos ópticos (dois espelhos secundários, planos, ou dois prismas de 90° se o diâmetro do primário for inferior a 200 mm) não excederia de muito as dificuldades que a montagem convencional "alemã" quando bem feita, exige do interessado. O que parece dificultar sua opção, pelo menos ao nosso ver, é que ela não se revela indicada para f/D curtos (cerca de f/6), uma vez que as duas reflexões experimentadas exigem secundários de grande porte e conseqüente obstrução algo pronunciada senão proibitiva dos mesmos para o primário. Um "newtoniano" de 200 a 250 mm, "aberto" a f/9 resultaria ao nosso ver eficiente num tipo de montagem como esse que não se vê mais bem empregada entre nós unicamente pelo fato de ser desconhecida e não por suas eventuais deficiências.

Expusemos aqui os tipos clássicos, por assim dizer, que caracterizam a montagem de um telescópio. Haveria muito que dizer acerca de uma área extremamente rica em seus aspectos e múltiplos detalhes. E quando falamos desse fator queremos realçar a questão das condições observacionais. Acreditamos ser de todo inútil — pelo menos em termos de utilização efetiva de um telescópio — burilar ao extremo a montagem, dar-lhe, adaptar-lhe, um sem número de acessórios e recursos técnicos, sobretudo se de abertura razoável (200 mm ou mais), se esse instrumento não puder se utilizado convenientemente. É preferível dispor apenas de modesta montagem azimutal, mas que permita rápida operacionalidade. Evidentemente, uma boa montagem, bem assessorada em recursos, pode ser transportada de automóvel até local mais indicado e, então, propiciar melhor utilização. Entretanto, cedo será verificado que o peso, as proporções e, sobretudo, a orientação correta sempre exigida para um instrumento de certo porte montado equatorialmente, principiarão a pesar negativamente para seu real aproveitamento.

Essa questão nunca se verá exaustivamente discutida. Escrevemos, não faz muito, um artigo sobre ela, em que ventilamos o problema da opção não só por uma montagem não raro trabalhosa, pesada e mal manuseável, mas, o que é criticável, por abertura óptica que em decorrência de condições sofríveis de utilização não condizem com o mínimo de bom senso. Dispor, por exemplo, de um 200 mm montado em estrutura pesada, incômoda, muito embora equatorial para ser utilizada num andar qualquer de edifício de apartamento de onde o céu é praticamente inobservável, não nos parece razoável salvo se o mesmo, evidentemente, for destinado a local mais adequado. Antes um pequeno refrator, um modesto refletor que vez ou outra ainda pode prestar bom serviço através de uma janela (prática essa também não muito recomendada), ou mesmo um bom binóculo! Assim, lançar-se na construção de um conjunto que pelos seus princípios já se acha antecipadamente destinado a realizar satisfatoriamente sua finalidade se, note-se, forem respeitadas normas de trabalho, não se revela uma boa causa, a não ser, voltamos a repeti-lo, se tal conjunto for destinado a local propício para tanto.

Além do mais, parece-nos ser de bom alvitre conhecer antes o que se pretende realizar, o propósito que se quer dar ao projeto. Existe um conceito errôneo e arraigado entre não poucos amadores, principiantes, é claro, que um 200 mm, ou mesmo um 300 mm, são ""pequenos instrumentos" e que pouco, ou mesmo nada se pode fazer com eles. Tal ponto de vista, decorrente do desconhecimento, da ignorância de alguns princípios de óptica instrumental, é responsável, ao nosso ver, pela carência de um maior número de observadores, ou pelo menos praticantes *realmente* efetivos do céu em nosso país. A nossa já longa experiência no setor autoriza-nos a opinar, e julgar o que ocorre a respeito, já que foram inúmeros os que, durante quase quatro décadas, propiciaram exemplos do que dizemos. A tendência de dispor de uma "maior abertura" é válida, efetivamente, quando ocorre participação efetiva num campo qualquer da observação. Melhorar os resultados dos trânsitos ou ocultações dos satélites de Júpiter realizados com um modesto 60 mm e isso através de um refletor de 200 mm parece-nos plenamente justificável e até lógico. O que não o é, pelo menos para nós, é optar de início por aberturas que sabemos já potentes sem que condições teóricas tenham sido acumuladas antecipadamente pelo interessado. Manda a experiência afirmar que só o tempo, o longo contato com essa e outras questões igualmente importantes é que possibilitam um posicionamento mais ou menos seguro acerca dessa particularidade de primeira importância na área observacional. Desde longo tempo, praticamente desde a fundação do Observatório do Capricórnio, tivemos a possibilidade de lidar com aberturas da ordem de 150 a 300 mm, refletores, e de até pouco menos de 200 mm, já importantes, refratores. Mais recentemente, a partir de 1977, pudemos familiarizar-nos com um refletor de 600 mm, ora instalado no "Monte Urânia", onde se encontra o Observatório do Capricórnio. Se contarmos com algumas observações realizadas, há muitos anos, com aberturas da ordem de 400 mm, podemos posicionar-nos de maneira a poder assegurar que nos foi possível avaliar as reais possibilidades de semelhantes aberturas, sobretudo depois de um longo estágio (22 anos, pelo menos) pessoal com um modesto refrator de 56 mm empregado na observação solar, campo de trabalho que hoje, mais do que nunca, vem-nos absorvendo inteiramente. É, pois, praticamente impossível para um leigo assim como para um principiante inexperiente ajui-

zar o que é possível fazer com essas aberturas que se escalonam de um mínimo aceitável até os limites máximos proporcionados no Brasil por essa área, exceção feita evidentemente, ao grande refletor do Observatório Astronômico de Brasópolis ora implantado no Sul de Minas Gerais, de 1,60 m de abertura. Nunca nos foi possível utilizar integralmente as possibilidades totais do nosso já veterano 300 mm e duvidamos de que um dia possamos fazê-lo já que, no momento, ocupanos o Sol que, como sabemos, também requer outro tipo de instrumental. E são poucos, sem dúvida, aqueles que exploram integralmente o "poder de fogo" de seus instrumentos. Pelo menos no Brasil, apressamo-nos em adiantar. Ocorre segundo nosso conhecimento uma exceção louvável, a de *R. Frangetto* (falecido) que com um refletor de 200 mm, por ele próprio construído, entregou-se a programa realmente incomum, o da observação e medição de órbitas de estrelas duplas, ao que nos conste, o único no gênero no Brasil e talvez no hemisfério Sul.

Detenhamo-nos, porém, aqui com essa questão algo complexa para ser facilmente resolvida. Ocupemo-nos, isto sim, de outros aspectos do instrumento, da montagem, que poderão ser, acreditamos, de alguma valia para o principiante.

Foi dado a entender que a óptica, importante como é, precisa de um suporte condizente, eficiente. Entretanto, há que se ser racional. Um bom espelho, seu secundário, podem muito bem ser utilizados num suporte sem tubo! Já fizemos algo desse tipo, constituído de uma tábua de metro e meio de comprimento tendo numa extremidade, em 90º, um pedaço de igual material, de 20 x 20 cm, de maneira a poder suportar um espelho de 160 mm de diâmetro, enquanto que na outra, a certa altura, correspondente ao f/D do espelho (f/8), um orifício onde um rústico porta-ocular via-se implantado. Completava o conjunto uma haste metálica para fixar o secundário, na realidade um bom prisma de 90º, sendo tal conjunto simplesmente preso mediante forte parafuso a um forte eixo inclinado de 23º (latitude aproximada de São Paulo) rigidamente embutido num tripé. E não se diga que nossa montagem equatorial — e de fato era um *equatorial* — não funcionava. Pelo contrário, funcionava e bem, já que ao ar livre, sem compressões e adaptando-se facilmente às condições ambientais, a óptica utilizada correspondia ao que dela se esperava. Evidentemente, não se tratava de

uma montagem "esteticamente" completa. Além disso, não oferecia segurança alguma à óptica, passível de sofrer atritos, e outros inconvenientes imprevisíveis. Foi ela substituída por outra, algo mais completa, onde a madeira entrou em boa porcentagem.

Aliás, essa questão do emprego da madeira merece reparo. Não é muito comum entre nossos amadores a utilização desse material na construção de seus telescópios. Entende-se geralmente que o metal, a chapa reforçada, seja o fim, o ápice de qualquer projeto. O emprego de tubos cilíndricos, por exemplo, é ou parece ser a norma. Esquece-se que ele pode ser quadrado ou até hexagonal, como nosso primeiro tubo, hermeticamente fechado por sinal. Os amadores europeus utilizam muito não só a madeira como tubos quadrados. Grande parte dos amadores franceses, tivemos isso confirmado por um colega da *Société Astronomique de France,* que nos visitou não faz muito, *R. Verseau,* asseverou-nos que esse material é de longe o preferido, sobretudo e principalmente na montagem "de berço", de longe a mais utilizada, ou mesmo na de "forca". A bem dizer, não se recorre à "alemã", não por julgá-la ineficiente, longe disso, mas por exigir, sabemos disso, eixos de ferro, torneados, fresados, com engrenagens etc, que, em termos operacionais, exigem a participação de profissionais que cobram caro pelo seu trabalho. Ora, um tubo quadrado, uma montagem "de berço", o próprio sistema equatorial com que esse tipo de montagem não raro se contenta, como o "de setor liso", tem condições de ser construída pelo próprio interessado quase que sempre apto a safar-se com seus próprios meios, com sua habilidade e engenhosidade. Em suma, a madeira entra com boa parcela na preferência dos amadores franceses, o que é evidenciado pelas publicações astronômicas desse país (*"L'Astronomie", "Ciel et Espace"*, etc). A utilização da madeira, sempre válida por sinal, parece ter sido não menos justificada pela recente entrada em serviço da montagem "Dobsoniana", inventada por *John Dobson,* do "San Francisco Sidewalk Astronomers", dessa cidade californiana, onde tudo ou quase tudo é madeira. E, repare-se, tal tipo de montagem ve msendo utilizada com verdadeiros gigantes ópticos, 450 mm ou mais. Até bem pouco desconhecida no Brasil, essa montagem poderá, quem sabe, ter boa aceitação já que, de fácil construção, é, no dizer de seus utilizadores, bastante eficiente além de ser também facilmente transportável.

Poderíamos alongar a descrição das particularidades que cercam a montagem, mas há que mencionar outros aspectos igualmente importantes que cercam o instrumento, alguns acessórios que participam de sua eficiência. A posse das peças ópticas, de algumas oculares, a própria montagem, seu tipo já definido, ou mesmo construído, constituem, não haja dúvida, grande passo. O instrumento, entretanto, precisa ser complementado. Um "buscador", por exemplo, é de grande utilidade ou mesmo imprescindível, sobretudo quando a abertura óptica passa dos 150 mm, se refletor. Pode ele ser puramente constituído de suporte com orifícios, tipo "massa de mira" de fuzil. É inegável, porém, que sendo óptico ganha de muito em eficiência. A metade de um antigo binóculo pode constituir ponto de partida interessante, já que o campo útil abarcado facilita a localização de não poucos objetos. Entretanto, o melhor mesmo é dispor de um verdadeiro buscador constituído de pequena objetiva de 4 a 5 cm de diâmetro pelo menos e 200 a 300 mm de distância focal. Uma ocular simples que possa ser e um retículo dão a esse acessório a utilidade que o tem caracterizado. Apontar, localizar um objeto pouco visível quando se dispõe de um refletor de mais de 150 mm não é coisa fácil quanto mais próximo dos limites de visibilidade do instrumento... sobretudo montado em azimutal.

O porta-ocular poderá ser simples, tubo deslocando-se por justaposição e suavemente num outro, fixo ao tubo do instrumento. Por longos anos utilizamos tal sistema. Um parafuso de bloqueio (a posição por vezes do instrumento requer isso) proporciona estabilidade e segurança para a ocular. Um aperfeiçoamento poderá ser introduzido e que consiste num corte, num rasgo de 2 a 3 mm de largura em helicoidal, suscetível de permitir mediante pequeno parafuso ao tubo fixo o deslocamento suficientemente suave do tubo móvel. É uma maneira de substituir uma boa cremalheira. Esta, evidentemente, tem comportamento superior mas ao nosso ver só deve preocupar o amador quando este dispuser de instrumento realmente importante e bem construído.

Um detalhe referente à montagem, seja ela qual for, que não podemos esquecer e que diz respeito ao equatorial, seja este do tipo "alemã", "berço", "de forca" etc há que se prover dispositivo de nivelamento, de orientação e, conseqüentemente, de bloqueio. O cabeçote da "alemã" pode descansar sobre 3 fortes parafusos (sendo 2 na face

Sul), ou, mais especificamente, sobre porcas que, assim, podem ser elevadas ou abaixadas permitindo, destarte, a determinação do ângulo de latitude. Três outras porcas bloqueiam esse posicionamento. Mais ainda. Recomenda-se dar aos orifícios que comportam esses parafusos uma pronunciada excentricidade, a fim de permitir também a correção em azimute, ou seja lateral. Um sistema de bloqueio, constituído de 2 parafusos tangenciais e fixos na base do cabeçote, mediante "orelhas", assegura igualmente o bloqueio uma vez posicionada a meridiana Norte-Sul. Com isso, o instrumento tem assegurado seu posicionamento correto, sua orientação final, indispensável quando se trata de um equatorial.

Ao optar por uma montagem equatorial o amador, conscientemente ou não, abriu a possibilidade de mecanizá-la. Tal melhoramento é desejável para justificar a posse de um equatorial, utilizar este último adequadamente na observação de objetos celestes, ou quiçá de sua fotografia. O processo que mais facilmente é lembrado diz respeito a uma roda dentada acoplada a "sem-fim", por sua vez combinado a um mecanismo, hoje em dia, elétrico, controlado mediante reostato ou, melhor ainda, variador de freqüência. Os recursos eletrônicos são por demais vastos para que os descrevamos, de maneira que ao interessado é que caberá optar por este ou aquele sistema. A notar, entretanto, que nem sempre tais recursos precisam ser lembrados já que, por vezes, ou mesmo freqüentemente, tais recursos não se encontram à disposição. Assim é que um mecanismo qualquer de multiplicação, acionado por cabo, longa haste, ou seja, à distância, pode muito bem ser utilizado. Lembrando que o eixo horário (o eixo polar) precisa dar uma rotação em 24 horas siderais, pode o amador, a partir daí, elaborar a solução que deverá lhe dar inteira satisfação ou não. Tempo houve em que excelentes resultados no campo da fotografia de *longa pose* viam-se freqüentemente obtidos mediante sistema elementar de transmissão *manual*. Evidentemente, um bom "buscador" faz-se necessário, indispensável para que os resultados possam ser compensadores. Um variabilista de renome, só para citar um, *R. Weber,* descobriu *fotograficamente* dezenas de "variáveis" mediante tal sistema equatorial conduzido *à mão,* utilizando câmaras fotográficas que construíra, com objetivas quase que sempre relegadas ao esquecimento (f/3.5, f/4.5 ou menos luminosas), câ-

maras essas de foco fixo, etc. Aliás, a menção dessas câmaras faz-nos lembrar da utilização desses acessórios quando se possui uma montagem equatorial estável e bem montada. Mesmo conduzida à mão — caso do citado *R. Weber* e, claro, de muitos outros — as possibilidades que se oferecem ao amador são amplas, sobretudo quando o mesmo opera em local afastado de luzes artificiais, da poluição e outros fatores adversos ou negativos.

Outro detalhe que pode, cedo ou tarde, interessar ao amador é a utilização de discos graduados. Acreditamos não ser necessário dizer para que servem tais discos. Aliás, acreditamos também que a questão das coordenadas celestes e outros aspectos pertinentes associados sejam do conhecimento do leitor.* São eles inúteis numa montagem azimutal e, a não ser que a montagem equatorial, objeto das preocupações e cuidados do amador, seja *fixa, eles* não serão igualmente de grande valia. São eles úteis quando se procura localizar objetos siderais invisíveis a olho nu, ou ainda para posicionar a descoberta de um cometa, de uma "nova", ou ainda, em grandes linhas, as indicações de um atlas estelar. A bem dizer, um observador de planetas nunca os utilizará. Colocados estrategicamente nos eixos de AR e D, seja qual for a montagem, indicam com maior ou menor grau de precisão (o que depende do número de divisões e sub-divisões) as coordenadas do objeto no centro do campo da ocular. A notar que a determinação exata da AR depende de um elemento exponencial: o tempo sideral (TS), calculado através do anuário astronômico ou, então, determinado através de relógio, ou pêndulo, ou ainda, como já está sendo normal hoje em dia, mediante calculadoras algo sofisticadas. Como acenado, o observador planetário não necessita do tempo sideral.

Antes de deixarmos o instrumento, um lembrete acerca de um detalhe que reputamos importante. É preferível que haja superdimensionamento da estrutura, da montagem, do que debilidade, trepidações que, invariavelmente, farão do instrumento algo imprestável. Na opção dos diâmetros dos eixos principais, lembrar sempre que a trepidação, a oscilação são inaceitáveis. Outra coisa, sobretudo na do tipo "alemã", não afastar em demasia o berço do tubo do "T" (cruzamento dos eixos

---

* Ver Romildo P. Faria (org.). *Fundamentos da Astronomia.* Campinas, Papirus, 1987.

polar com o de declinação) mas antes racionalizar seu posicionamento. É este de melhor rendimento quando ligeiramente tronco-cônico de maneira a absorver a massa do conjunto, principalmente quando o f/D óptico é acima da média. Também o tubo, seja ele quadrado, poligonal ou simplesmente cilíndrico, de madeira (o compensado robustecido é perfeitamente indicado) ou metálico precisa ser racionalmente construído, sem esquecer a estrutura da luva, ou barrilete do grande espelho, bem dimensionada, de material bem seco (se for madeira) e sem qualquer flexão que comprometa a estabilidade da óptica. As hastes metálicas que suportam o secundário precisam igualmente ser delgadas, embora largas. Um processo muito bom de fixação é o de utilizar extremidades rosqueadas, enquanto que não se deve confiar muito na solda nas extremidades de sustentação do porta-secundário: um pequeno pino transversal evita brusco e inesperado rompimento.

A pintura interna deve ser negra fosca, sem brilho a fim de evitar todo e qualquer reflexo sempre pernicioso, e estendida a todos os setores, principalmente onde se localiza o porta-ocular. Evitar excessiva proximidade do porta-secundário da boca do tubo. Para tanto, o amador deve calcular o posicionamento, o f/D, e a aventual possibilidade de um dia qualquer utilizar uma câmara fotográfica no seu porta-ocular.

Existem outros equipamentos, via de regra empregados em trabalhos ou instalações algo singulares. Um deles é a *câmara de Schmidt,* já mencionada, mas que para ser construída exige avançados conhecimentos de óptica e um conhecimento determinado de suas possibilidades. Não é, há que dizê-lo, um instrumento comum e só utilizado na fotografia. Esta também precisa ser manipulada e conhecida por parte do observador. Outro equipamento diz respeito à área solar: o emprego de *heliostato* ou *celostato,* de um ou dois espelhos planos, a fim de obter mediante sucessivas reflexões a projeção dos raios solares ulteriormente ampliados por um sistema convencional (refrator ou refletor). Tal disposição exige, além de peças ópticas nem sempre disponíveis, grande espaço, sem contar com posicionamento nem sempre disponível também. Embora de reduzidas dimensões, como é o caso de um pequeno heliostato associado a modesto refrator, sempre se faz necessário um aprendizado, uma experiência acumulada para empreender semelhante

realização. O leitor poderá realizá-la um dia se, evidentemente, a observação solar for de seu interesse.

Essa parte leva-nos, finalmente, à questão do abrigo, ponto final de nossa exposição relativa ao instrumento e à sua montagem. Qualquer local pode se prestar para a utilização de um pequeno instrumento. A coisa muda de aspecto quando se trata de uma abertura da ordem de 250 a 300 mm. Um instrumento de tal abertura já exige um local fixo. O que poderíamos sugerir para proporcionar certa comodidade e, evidentemente, eficiência? O interessado poderá limitar-se à implantação de uma base, metálica ou de alvenaria, que permita a colocação, mediante parafusos ou um sistema qualquer de bloqueio, do cabeçote equatorial. Claro que só a montagem "alemã", "de forca", ou ainda a azimutal é que se prestarão satisfatoriamente para tanto. Um plástico, uma cobertura, um capô metálico ou de outro material protegerão essa parte fixa, permitindo, assim, a remoção do tubo e de suas partes ópticas. Havendo condições, entretanto, recomenda-se um abrigo merecedor de tal nome. Escamoteável ou não, deslocável ou não, é sempre preferível já que possibilita a utilização quase que imediata do instrumento. As variantes são diversas. Um teto corrediço (ou *roll-of*, como dizem os anglo-saxões) é plenamente indicado se, note-se bem, as condições climáticas (vento, sobretudo) forem favoráveis. Pode o construtor optar por vários modelos, desde o inteiriço, o de setores, longitudinal ou transversal, de conjunto etc. A madeira, a folha galvanizada, a lona, ou outro qualquer material suficientemente robusto e eficiente atendem largamente às necessidades. E para consegui-los, bastam martelo e serrote! Há amadores que optam por um simples capô basculante. De qualquer modo, é bom lembrá-lo, um abrigo desse tipo coloca de imediato o observador ao contato das condições atmosféricas. Isso é bom para o instrumento mas nem sempre para o próprio observador.

A nosso ver, entretato, o melhor abrigo é a cúpula. Protege inteiramente tanto o instrumento quanto o observador. Em regiões onde o vento domina, é a cúpula insubstituível. Sua construção, porém, é algo trabalhosa se empreendida pelo próprio amador. Isso pode ser feito de madeira, preferivelmente de lei, recoberta de chapa galvanizada ou de alumínio ou qualqer outro material impermeável. Pode ser feita de plástico, como já existem muitas, pré-fabricadas. As opções são naturalmen-

te muitas. Construímos três (de 3 e 5 m de diâmetro), sendo duas de madeira (simples arcos reforçados e fixos num anel, recoberto de alumínio) e a última metálica (perfilado "T" recoberto de galvanizado). Essa cúpula nos acompanha desde 1960 e acha-se em pleno funcionamento (Estação BETA) no Observatório do Capricórnio. Os tipos incluem a hemisférica, a tronco-cônica etc, enquanto que os setores podem ser trapeiras de deslocamento lateral (um ou dois setores) ou mesmo vertical. Recomendamos o primeiro tipo, mais fácil de construir e sobretudo mais eficiente no funcionamento e na vedação.

Claro que tal empreendimento só poderá ser realizado se houver realmente empenho do interessado. A disponibilidade de local precisa igualmente justificá-lo. As condições ambientais, sobretudo periféricas não devem igualmente ser esquecidas. O fundo de quintal, a parte superior de um telhado, de um puxado prestam-se muito bem à implantação de um abrigo não raro bem acabado, seja ele *roll-off* ou cúpula. São inúmeros os exemplos e as realizações de amadores nesse sentido. O que não deve ser esquecido é o isolamento que deve obrigatoriamente constituir a base de um instrumento, sobretudo de certa potência. A coisa é fácil para a montagem "alemã", "de forca" mas se complica com a "de berço" ou "mista"... Caso, pois, para pensar e elaborar muito bem.

Termina aqui a parte referente à questão do instrumento. De posse do que expusemos, terá o interessado condições para aventurar-se gradativamente num campo que tem tudo para satisfazê-lo inteiramente. Não deve esquecer, entretanto, que esse interesse precisa ser ralizado, materializado passo a passo, gradativamente. Deverá ele prover-se, fora a insistência, de disciplina e boa percepção, de documentos, de bibliografia adequada às áreas de seu interesse. As consultas, sempre necessárias, precisam encontrar à mão documentos e obras técnicas que constituem o melhor apoio. Com eles, e através deles terá, sem dúvida, a orientação racional de todos os seus passos.

Tendo isso, só lhe restará enveredar em área ou áreas acessíveis ao seu equipamento e, evidentemente, às suas inclinações.

Parte III

1

O USO DO TELESCÓPIO — O QUE SE PODE FAZER COM ELE

UMA ABORDAGEM PRELIMINAR NECESSÁRIA

A observação telescópica e como conduzi-la

Problema capital, já que a posse de um instrumento nada significa se não se intentar dar-lhe uma utilidade, ingressamos aqui provavelmente na parte mais difícil de nossa exposição uma vez que diz respeito à grande maioria dos casos com que se deparam os possuidores, pelo menos bem intencionados, de telescópios adquiridos com freqüência a duras penas. Pondo de lado a tendência de certo modo comum dos — como são designados em inglês — *hobbysts* — ou seja, dos que consideram a construção de um espelho, ou mesmo de uma montagem ou ainda de um telescópio completo, como simples passatempo, finalidade que não será objeto de considerações no presente trabalho, é natural que, uma vez realizada, materializada a construção de um telescópio, venha à mente de seu construtor a idéia de dar-lhe uma finalidade. É precisamente tal posicionamento que nos preocupou quando da elaboração desta parte do presente trabalho. Assim sendo, daqui pra frente intentaremos atender da melhor forma possível tal aspecto, sobretudo com vistas ao principiante jovem, dando-lhe algo daquilo que

reunimos através de longos anos de contacto com o problema que ora nos interessa: a observação do céu.

Ponto de partida — Normalmente, a observação telescópica é noturna. Para tanto, há que poder se deslocar junto ao telescópio, ter à mão acessórios os mais diversos. Pois bem, uma das primeiras necessidades que experimentamos foi a falta de prancheta, de uma planilha onde pudéssemos registrar tudo o que víssemos através da ocular, e mesmo fora dela. É que naqueles já remotos tempos, não dispúnhamos ainda de abrigo, de modo que o céu freqüentemente nos envolvia; vários meteoros, bólidos ou outro fenômeno associado eram registrados. Até a primeira planilha perdemos o registro de muitos deles. Pois bem, uma planilha faz-se indispensável mas de maneira que possa ser devidamente utilizada. Recomendamos um dispositivo qualquer de iluminação, se possível independente já que, por vezes, a lanterna de pilha sofre desarranjo e embora uma lampadazinha de 3 a 6 volts e um jogo de pilhas adaptadas à planilha possa dar bom resultado, uma extensão ligada à rede elétrica, com transformador de 6 volts parece ser mais indicada. Não esquecer de cobrir as lâmpadas com papel vermelho mais ou menos denso a fim de evitar ofuscamento. Papel de desenho e, naturalmente, os materiais correntes como lápis, borracha, esfuminhos, um bom compasso, régua, em suma, o equipamento que possa facilitar a tomada de um desenho seja de uma região lunar, de um detalhe planetário, ou ainda o posicionamento de uma débil estrela, invisível a olho nu, mas perfeitamente acessível ao instrumento. É que nada, absolutamente nada, deve ser relegado à memória, ser deixado para mais tarde. Confusões podem ocorrer e, sem dúvida, estas invalidam qualquer observação.

Ficha de identidade — A observação precisa ser acompanhada de vários elementos que possam permitir a análise, a avaliação do seu conteúdo. Essa lista de informações deverá mencionar:

1 — *Hora da observação e do desenho.*

A saber: *começo* — hora e minutos exato em que se iniciou.

esboço — hora e minuto exato em que o desenho viu-se esboçado.

término — a hora e minuto exato que marcou o fim da observação e do desenho.

O tempo utilizado é em T.U., ou seja o *Tempo Universal,* ou seja o tempo do meridiano de Greenwich, à hora da observação. Este equivale *a mais 3 horas (+ 3 h)* à hora de Brasília. Dos três períodos registrados, o tempo em que o desenho viu-se esboçado é que revela maior importância.

2 — *A data completa* (dia, mês, ano).

3 — *Nome do observador.*

4 — *Lugar onde a observação foi efetuada.*

5 — *Instrumento utilizado* (refrator, refletor), especificando-se a abertura útil em milímetros e a abertura relativa (f/D).

6 — *Aumento(s)* utilizado(s), ocular(es) empregada(s), características, etc.

7 — *A turbulência, a transparência* e, se houver, vento, névoa seca ou úmida, fenômenos atmosféricos etc.

NB. — Havendo equipamento para tanto, acrescentar índices de umidade do ar, temperatura, pressão barométrica, etc. Todo e qualquer imprevisto, interrupções causados por nuvens ou fatores alheios, aparentemente de nenhuma valia, serão de importância para a ficha técnica da observação.

Gabaritos de observação — Chama-se gabarito a um modelo que reproduza mais ou menos bem o aspecto, e a forma de um objeto que se queira reproduzir. Uma convenção fez com que se atribuíssem determinados diâmetros quando da observação de planetas. Vejamos alguns deles.

Vênus e *Marte* — Utilizar círculos de 30 mm de diâmetro. Alguns autores são de opinião que para *Marte,* sobretudo quando na oposição favorável (periélica), um disco de 50 mm seria preferível. Pessoalmente, somos a favor de tal dimensão. Quando da fase de quadratura, *Marte,* entretanto, revela-se sob aspecto giboco (idêntico à Lua quando no 11.º/12.º dia). Tal aspecto precisa ser considerado quando registrado.

Júpiter e *Saturno* — Por se revelarem fortemente achatados, principalmente *Saturno, segundo* o diâmetro polar, utiliza-se de uma elipse. Assim sendo, para *Júpiter,* empregar 55 mm e 52 mm, respectivamente. Para *Saturno,* 30 mm e 27 mm, respectivamente.

A ficha de observação desses planetas poderá ser, em princípio, semelhante à que reproduzimos. A notar, porém, que, nos desenhos definitivos, os diâmetros polares, ou seja os meridianos centrais propriamente ditos, deverão ser indicados por extenso.

Isto posto, poderá o interessado considerar-se em condições de dar início à observação. Esta deve experimentar um período mais ou menos longo de adaptação, já que é materialmente impossível adaptar-se perfeitamente às condições da imagem telescópica naquele momento dado. Podem surgir condições impróprias ocasionadas seja pela turbulência atmosférica excessiva naquele justo momento, como também uma falta de transparência óptica devido à passagem involuntária do cílio do observador sobre a lente de olho da ocular, resultando uma opacidade que precisará ser retirada da melhor forma possível e rapidamente. Tais imprevistos, sempre inevitáveis, sempre presentes, não podem ocasionar por parte do observador uma avaliação, precipitada por vezes quanto à qualidade óptica do instrumento. Antes de fazê-lo, bom número de observações, de avaliações, de testes far-se-á indispensável e, se possível, através de comparações com outros instrumentos de potência e abertura óptica comparáveis. Aliás, podemos afirmar que é de bom alvitre realizar tais sessões competitivas a fim de possuir um atestado prático acerca da capacidade de resolução deste instrumento e a luminosidade do outro, assim como diferenças eventuais na acuidade visual de um colega, que viu tal detalhe não registrado por aquele outro. Só depois de longo treino, quando então o olho começa a reagir favoravelmente, é que se poderá ajuizar definitivamente acerca dos fatores postos em confronto. E se alguns desenhos tiverem sido realizados será, por certo, interessante realizar comparações com outros mais recentes o que permitirá, sem dúvida, reunir elementos para realizar correções e retificar impropriedades sempre comuns, sempre freqüentes por parte do principiante. Inútil nos parece recordar aqui que a comodidade deve sempre ser lembrada, de maneira que toda observação telescópica

será sem dúvida mais eficientemente executada se ela for executada com o observador sentado.

A ocular e o esboço — Reproduzir pelo desenho o aspecto de uma cratera lunar ou o detalhe no disco planetário não é, convenhamos, uma operação fácil de executar nas primeiras tentativas, principalmente através de um instrumento que, embora montado em equatorial, não dispõe de acompanhamento. A manobra olho-ocular e olho-gabarito exige do operador rapidez, decisão, golpe de vista, exatidão no lançar ao esboço os traços da formação, do detalhe entrevisto numa imagem freqüentemente tremulante, e o que é pior, que se desloca. Por tal razão, o desenho telescópico não é, não deve ser uma obra de arte mas, isto sim, deve revelar um detalhe sem o qual pouco ou nada vale: *exatidão, posicionamento correto.* Para isso realizar, há que se registrar, antes de qualquer coisa, os detalhes *mais notáveis,* os que se acham *melhor visíveis* e, talvez o mais difícil, *colocá-los no lugar exato.* Vejamos, por exemplo, uma observação de *Júpiter.* Sabemos que esse planeta tem várias faixas e zonas. Isto posto.

1 — *Situar os mais evidentes detalhes das latitudes onde se encontram.*

Isso se explica. É que em todos os planetas, inclusive *Júpiter* e *Saturno,* dotados de rápida rotação, não podemos evidenciar movimento em latitude durante uma mesma observação. Faz-se, pois, necessário um espaço de tempo para delimitar as faixas e zonas a fim de determinar com a máxima precisão a posição correspondente a essas latitudes, assim como a largura que parecem possuir. Lançados no gabarito esses diversos posicionamentos, registra-se a hora classificando-a "começo".

2 — O segundo passo será de fazer o mesmo com os detalhes *mais notáveis* em longitude. *Júpiter,* assim como *Saturno,* giram extremamente rápidos, cerca de 10 horas! É aqui que ocorre a operação denominada "esboço", por sinal muito importante. A hora, o tempo exato, o minuto preciso, precisam ser registrados tão logo terminados.

Com a velocidade de rotação que possuem, *cada minuto de tempo corresponde a cerca de 1º em longitude.* Teoricamente, deveríamos re-

gistrar qualquer detalhe em longitude num tempo inferior a 1 minuto. Isso poderá ser feito se houver condições para tanto. Registrados os detalhes, principais pelo menos e visíveis em rápidos golpes de vista, toma-se, então, o tempo para anotar os menos perceptíveis ou mesmo para dar um certo acabamento ao desenho. Atenção, porém: unicamente os detalhes mais evidentes é que, antes de tudo, devem ser registrados.

Uma particularidade ainda, por sinal importante: deve-se iniciar o registro desses detalhes por aqueles eventualmente existentes junto ao limbo OESTE do disco, pois são eles os primeiros a desaparecer na nebulosidade desse limbo. Quanto às tonalidades diversas, os claros e escuros, utilizar sombreados (os que são dotados paar o desenho terão maiores facilidades) sem, contudo, rigor excessivo para reproduzir as diferentes tonalidades, já que, como veremos, isso caberá a um processo muito eficiente, o das cotas de intensidade.

O que são as "cotas de intensidade" — Trata-se de um processo de avaliação das regiões sombrias e claras, visíveis no disco de um planeta e estabelecido por *G. de Vaucouleurs.* Aparentemente complexo, esse processo (a bem dizer uma escala) permite ganhar tempo precioso quando da observação (por vezes executada pouco confortavelmente) à ocular, assegurando maior exatidão. A razão de sua superioridade é que é muito mais fácil *distinguir a área mais clara e comparar aquelas que lhes são próximas avaliando as diferenças de intensidade.*

Nessa escala, atribui-se um número a cada área, partindo do princípio que

— 0 (zero) é a extensão ou área mais clara existente no planeta (NB: Com *Marte,* essa corresponde à calota polar, de um brilho e brancura extremos).

— 10 (dez) correspondendo ao fundo do céu circundando o planeta.

Ocorrendo cotas intermediárias, o observador tem a liberdade de realizar a sua própria escala à condição de, para duas áreas de intensidade igual, atribuir sempre o mesmo valor em sua escala. É aqui que a experiência se revela soberana.

Isto posto, opera-se da seguinte maneira:

— identificar a área mais clara e atribuir-lhe a cota 0.

— identificar igualmente a área mais sombria do planeta e atribuir-lhe uma cota qualqer comparada ao fundo do céu, que sabemos ser igual a 10. Isso feito, estabelece-se a ordem de grandeza da escala que vai ser utilizada, tomando-se a precaução de classificar as demais cotas entre 0 e o valor da cota mais sombria. Colocadas em ordem, decrescente ou ascendente, essas áreas pela intensidade que apresentarem, permitirão a atribuição de um número característico da escala para tanto escolhida.

A turbulência e sua estimativa — Tanto a observação visual como a astrofotografia têm uma relação em comum com respeito à atmosfera: são elas drasticamente afetadas pelo seu comportamento. E é preciso saber esperar, quando de tempo encoberto, a rápida abertura no mar de nuvens; entretanto, é bom que se diga, nem sempre límpido é favorável às atividades do observador. Pelo contrário, não são raras as ocasiões que imagens péssimas vêem-se registradas; e como sabemos, são as boas que se fazem necessárias.

Por surpreendente que possa parecer, um olho treinado tem condições de avaliar em cerca de meio minuto ou menos o grau de turbulência atmosférica. Para tanto, basta observar sucessivamente e a olho nu e comparar as cintilações das estrelas brilhantes que se encontrarem no zênite com aquelas situadas em posição intermediária (40° a 50°) e próximas (20° a 30°) do horizonte. Cintilando aquelas do zênite, ocorrem sem dúvida más condições para qualquer sessão fotográfica. Cintilando unicamente na altura dos 40° a 50°, o índice de turbulência revelar-se-á ainda muito forte. Mas é necessário avaliar também os graus dessa cintilação. Quando ocorrem variações de cor, de tonalidade muito rápidas e intensas, a turbulência é realmente forte, enquanto que se forem lentas, com oscilações aparentemente demoradas e sem muita intensidade, o índice de agitação atmosférica é de ordem a permitir, em princípio, pelo menos, até boas imagens visuais ou mesmo documentos fotográficos bastante bons. Isso será mais provável no caso de distâncias focais de f/D curtos.

Falamos de estrelas próximas do horizonte. A bem dizer, pouco ou muito, elas quase sempre tendem a cintilar, já que a agitação atmosférica é facilmente perceptível. Assim, e através de contínuas observações e comparações desse gênero, será possível ao amador efetuar uma avaliação que, sem dúvida nenhuma, contribuirá efetivamente para a obtenção de bons resultados.

Mas é preciso avaliar a turbulência instrumental, aquela realmente válida em termos observacionais. Utiliza-se geralmente a escala seguinte, clássica por excelência:

V (ou 5) — Imagens perfeitas, imóveis.

IV (ou 4) — Imagens boas, com ligeiros tremores de conjunto e ondulações lentas.

III (ou 3) — Imagens médias: com agitação rápida, com interrupções lentas, visíveis em alguns momentos.

II (ou 2) — Imagens medíocres: movimentos importantes, com encavalamentos dos fracos contrastes assim como dos detalhes.

I (ou 1) — Imagens péssimas: efervescência geral da imagem.
(NB. — A escala é por vezes utilizada inversamente, 1, indicando "excelente"; 5, "péssimas". Ao observador caberá especificar o sentido).

Paradoxalmente, ocorre por vezes que uma turbulência média ou mesmo forte pode perturbar as observações visuais, mas não as dos documentos fotográficos, se, — o que é importante — as distâncias focais permaneceram inferiores a 500 mm (caso de pequenos astrógrafos ou mesmo de teleobjetivas).

Um astro que se presta igualmente bem para testar o índice de turbulência é a *Lua*. Para tanto, emprega-se uma ocular forte sobre o limbo avaliando se possível se a mesma é da ordem de V (5) ou mesmo IV (4), segundo a escala previamente estabelecida. Não sendo isso possível, utilizar uma ocular de aumento médio a fim de tentar estimar o índice — seja III (3), ou então IV (4) ou mesmo V (5) — e não passar a empregar o índice I (1). Avaliar a má imagem unicamente com uma ocular fraca. Tais fatores, com um astro tão acessível quanto a

Lua, facilitam muito a avaliação de um elemento de primeira importância na observação visual.

Como acenado anteriormente, um céu limpo muitas vezes não é propício à observação. Não raro um bom vento ou, melhor ainda, uma forte chuva purifica a atmosfera. Certas noites de inverno, de frio seco, proporcionam a mais bela ocasião para obter-se excelentes imagens. Noites quentes, com ar pesado, são freqüentemente más para a observação. Contudo, como dito em outro local, atmosfera ligeiramente nevoenta se presta à observação de certos objetos, como os planetas. De qualquer forma, uma coisa é certa: um bom observador deve ficar sempre à espreita do momento oportuno, não deixando de aproveitar toda e qualquer ocasião para apontar seu telescópio para o céu.

A estimativa da transparência — Diz esta respeito à mais fraca estrela visível a olho nu. As imagens são classificadas pelo grau que a mesma apresenta numa dada observação. Um pouco arbitrária, ou mesmo empírica, serve contudo para dar uma idéia geral bastante aceitável das condições atmosféricas. Podem tais estimativas variar de um observador para outro. São elas:

Muito boas — Boas — Regulares — Mediocres — Péssimas

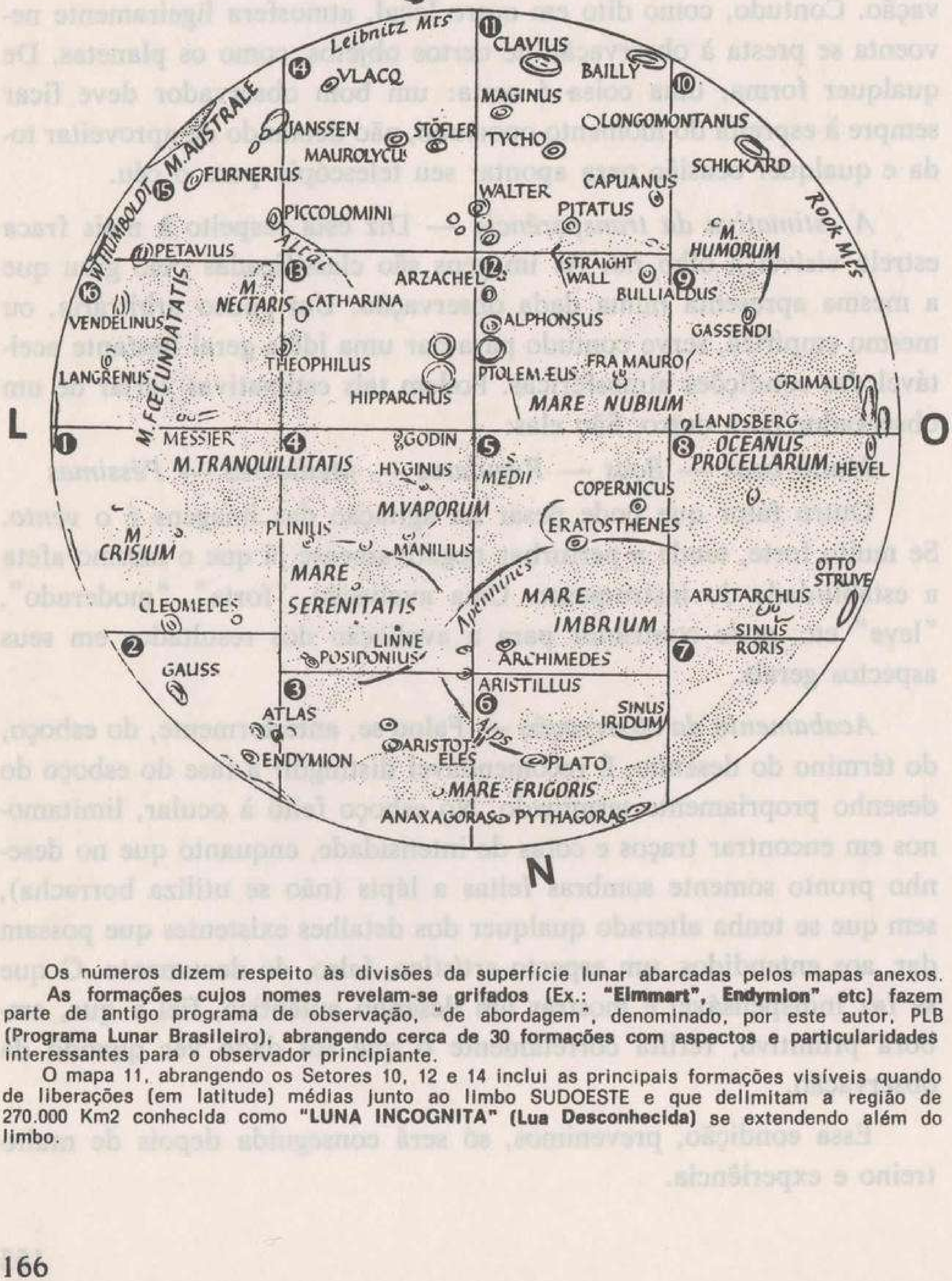
Outro fator que pode pesar na agitação das imagens é o *vento.* Se muito forte, tende a perturbar negativamente já que o mesmo afeta a estabilidade do instrumento. Uma avaliação, "forte", "moderado", "leve" etc, pode contribuir para a avaliação dos resultados em seus aspectos gerais.

Acabamento da observação — Falou-se, anteriormente, do esboço, do término do desenho. É recomendável distinguir a fase do esboço do desenho propriamente terminado. No esboço feito à ocular, limitamo-nos em encontrar traços e cotas de intensidade, enquanto que no desenho pronto somente sombras feitas a lápis (não se utiliza borracha), sem que se tenha alterado qualquer dos detalhes existentes que possam dar, aos entendidos, um aspecto artístico, falso, do documento. O que se faz indispensável é mostrar um desenho autêntico, fiel e que, embora primitivo, reflita corretamente o que foi dado ver quando da observação.

Essa condição, prevenimos, só será conseguida depois de muito treino e experiência.

A LUA — DESCRIÇÃO DE SUA SUPERFÍCIE

(Segundo **PATRICK MOORE, BAA**)

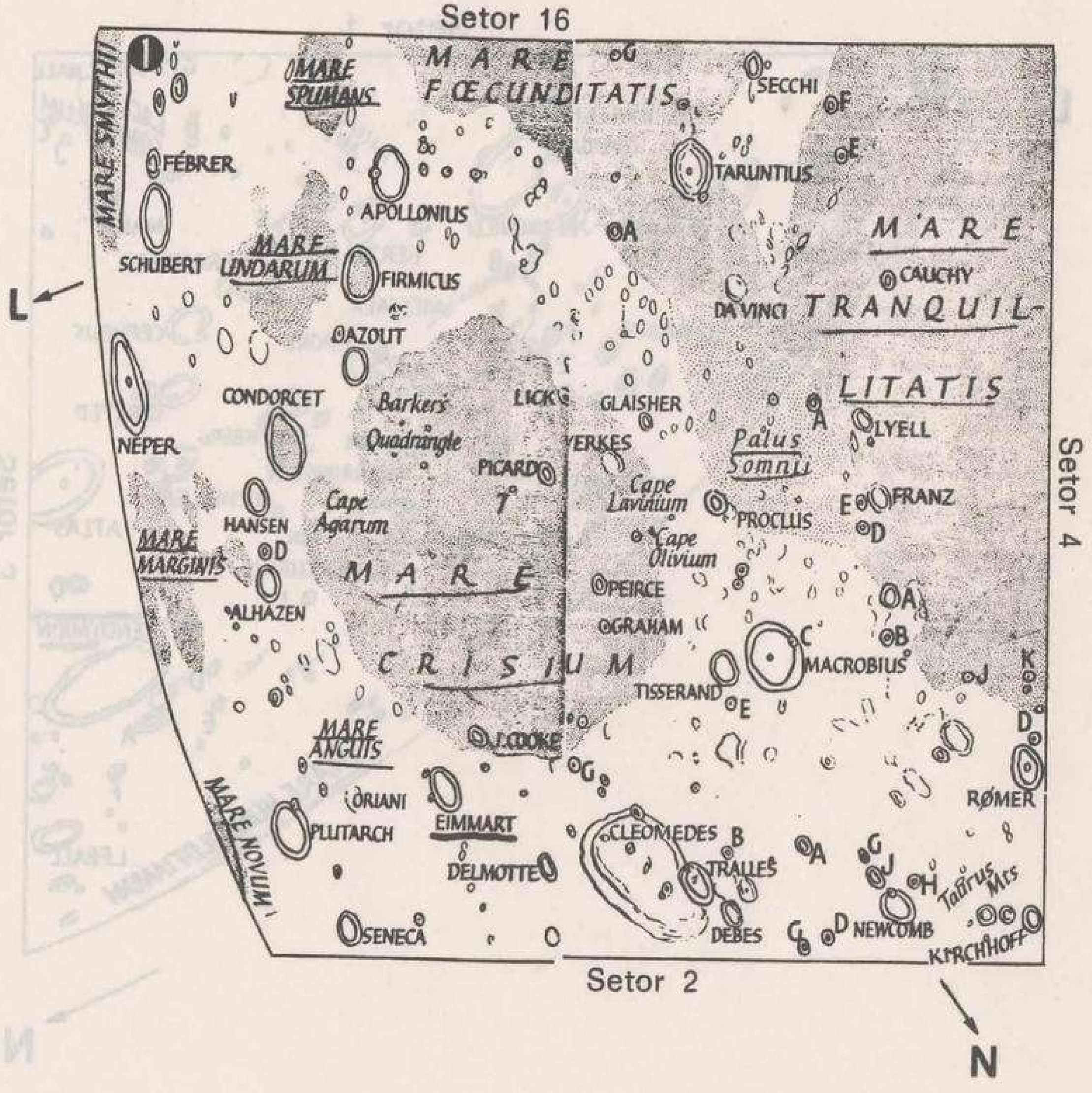


Os números dizem respeito às divisões da superfície lunar abarcadas pelos mapas anexos.

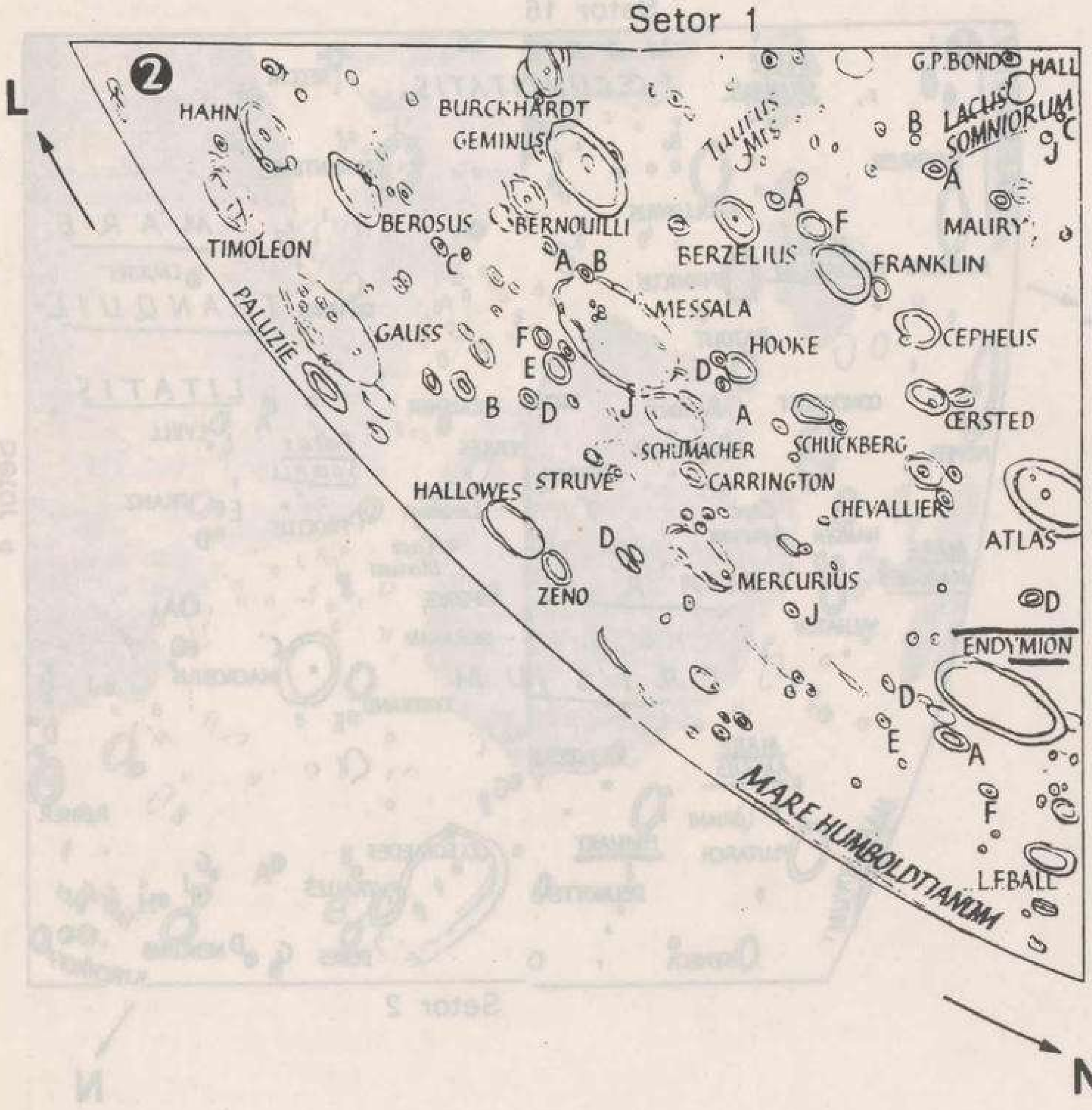
As formações cujos nomes revelam-se grifados (Ex.: **"Elmmart", Endymion"** etc) fazem parte de antigo programa de observação, "de abordagem", denominado, por este autor, PLB (**Programa Lunar Brasileiro**), **abrangendo cerca de 30 formações com aspectos e particularidades** interessantes para o observador principiante.

O mapa 11, abrangendo os Setores 10, 12 e 14 inclui as principais formações visíveis quando de liberações (em latitude) médias junto ao limbo SUDOESTE e que delimitam a região de 270.000 Km2 conhecida como **"LUNA INCOGNITA" (Lua Desconhecida)** se extendendo além do limbo.

Setor 16

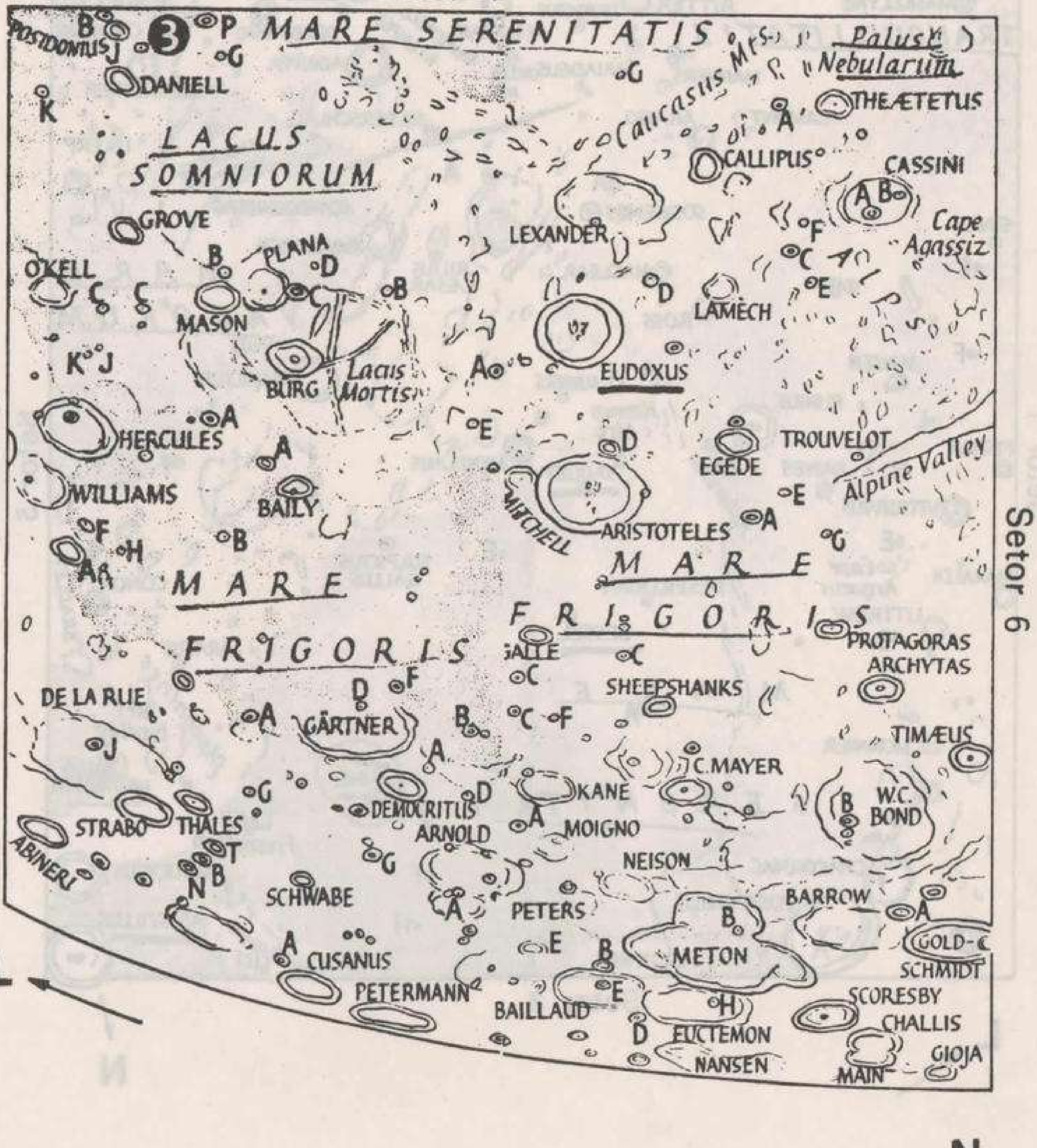

MARE SMYTHII
MARE SPUMANS
MARE FŒCUNDITATIS
SECCHI
FÉBRER
APOLLONIUS
TARUNTIUS
SCHUBERT
MARE LINDARUM
FIRMICUS
MARE TRANQUIL-
CAUCHY
DA VINCI
LITATIS
AZOUT
CONDORCET
Barkers Quadrangle
LICK
GLAISHER
LYELL
NEPER
VERKES
Palus Somnii
PICARD
Cape Lavinium
FRANZ
PROCLUS
HANSEN
Cape Agarum
MARE MARGINIS
Cape Olivium
MARE CRISIUM
PEIRCE
GRAHAM
ALHAZEN
MACROBIUS
TISSERAND
MARE ANGUIS
J.COOKE
MARE NOVUM
ORIANI
RØMER
PLUTARCH
EIMMART
CLEOMEDES
TRALLES
DELMOTTE
Taurus Mts
SENECA
DEBES
NEWCOMB
KIRCHHOFF
L
Setor 4
Setor 2
N

Setor 1



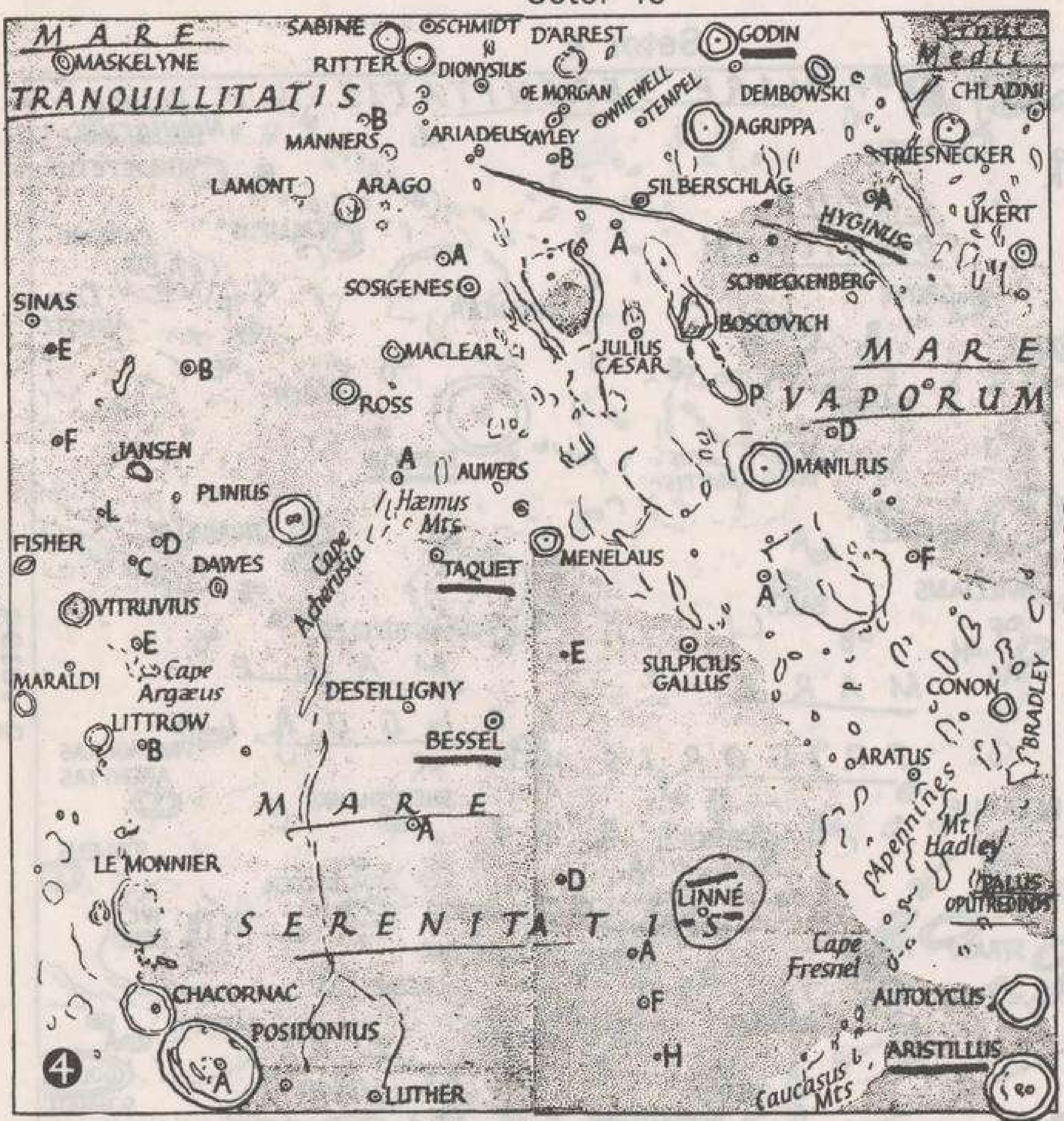
Setor 3

Setor 4

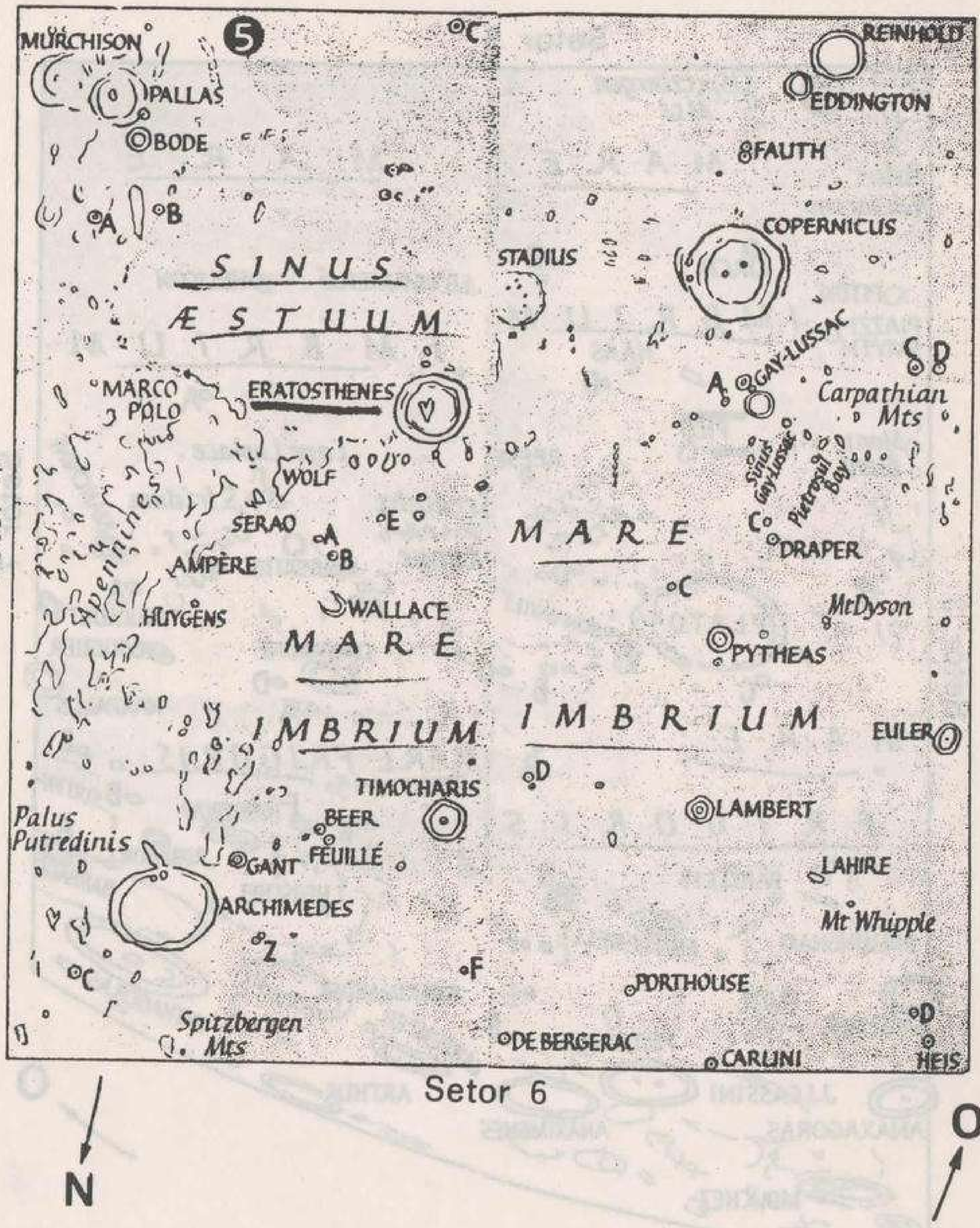

MARE SERENITATIS
Palus N
Nebularium
POSIDONIUS J
DANIELL
THEÆTETUS
LACUS SOMNIORUM
CALLIPUS
CASSINI
GROVE
LEXANDER
Cape Agassiz
O'KELL
PLANA
MASON
LAMECH
Lacus Mortis
BURG
EUDOXUS
HERCULES
TROUVELOT
EGEDE
Alpine Valley
WILLIAMS
BAILY
MITCHELL
ARISTOTELES
MARE FRIGORIS
PROTAGORAS
ARCHYTAS
DE LA RUE
GÄRTNER
SHEEPSHANKS
TIMÆUS
C.MAYER
KANE
DEMOCRITUS
W.C. BOND
STRABO
THALES
ABINERI
ARNOLD
MOIGNO
NEISON
SCHWABE
PETERS
BARROW
GOLD-SCHMIDT
CUSANUS
METON
PETERMANN
BAILLAUD
SCORESBY
CHALLIS
EUCTEMON
NANSEN
GIOJA
MAIN
Setor 2
Setor 6
L

N

Setor 13


MARE
TRANQUILLITATIS
MASKELYNE
SABINE
RITTER
SCHMIDT
DIONYSIUS
D'ARREST
GODIN
Mare Medii
CHLADNI
DEMBOWSKI
DE MORGAN
WHEWELL
TEMPEL
AGRIPPA
MANNERS
ARIADELLUS
CAYLEY
TRIESNECKER
LAMONT
ARAGO
SILBERSCHLAG
HYGINUS
UKERT
SOSIGENES
SCHNECKENBERG
SINAS
BOSCOVICH
MACLEAR
JULIUS CÆSAR
MARE VAPORUM
ROSS
JANSEN
AUWERS
MANILIUS
PLINIUS
Hæmus Mts
FISHER
DAWES
TAQUET
MENELAUS
Cape Acherusia
VITRUVIUS
MARALDI
Cape Argæus
DESEILLIGNY
SULPICIUS GALLUS
CONON
BRADLEY
LITTROW
BESSEL
ARATUS
Apennines
Mt Hadley
MARE SERENITATIS
LE MONNIER
LINNÉ
PALUS PUTREDINIS
Cape Fresnel
CHACORNAC
POSIDONIUS
AUTOLYCUS
ARISTILLUS
LUTHER
Caucasus Mts
Setor 1
Setor 5
Setor 3
L
N

Setor 12



Setor 4

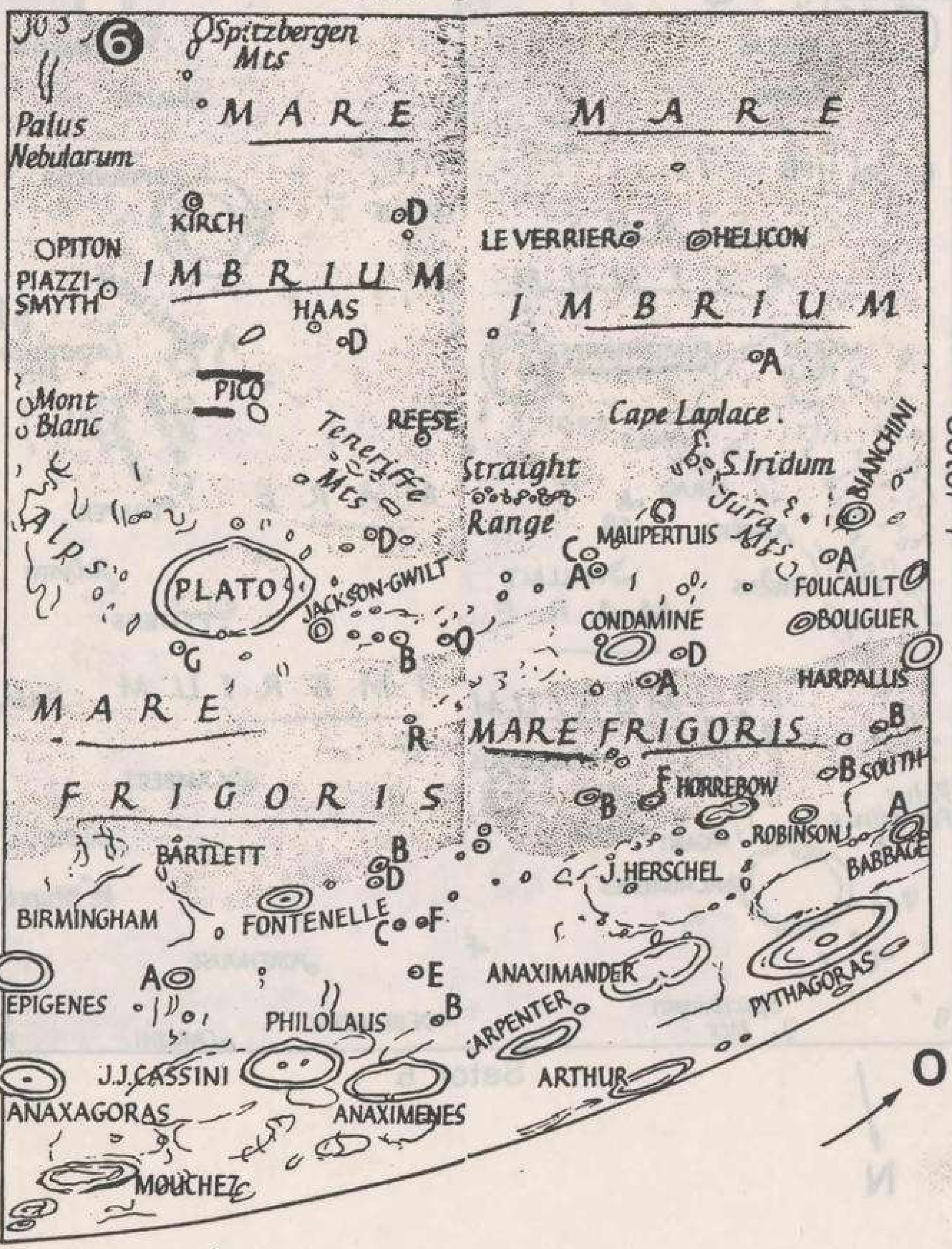
Setor 8

Setor 6

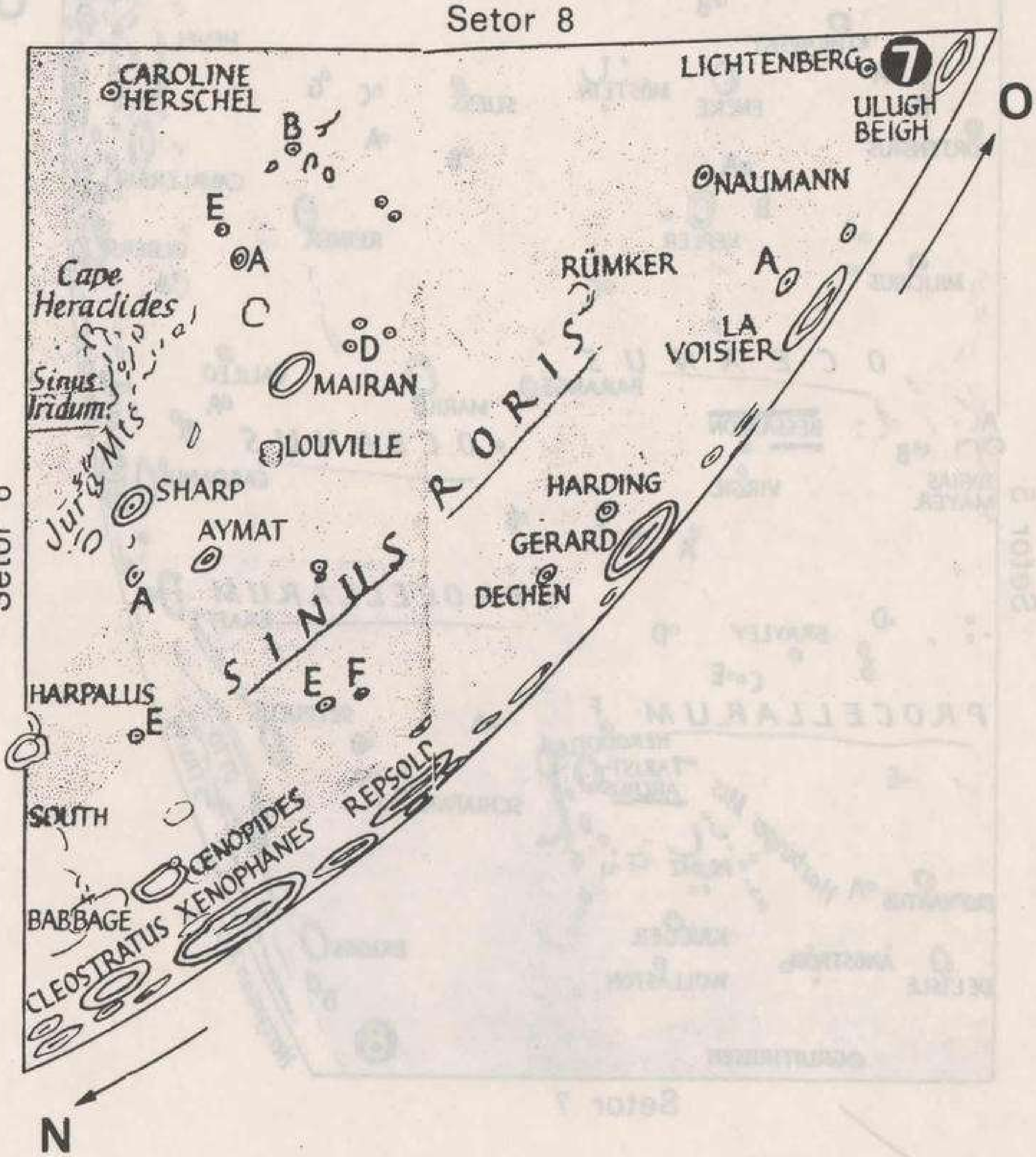
N

O

Setor 5

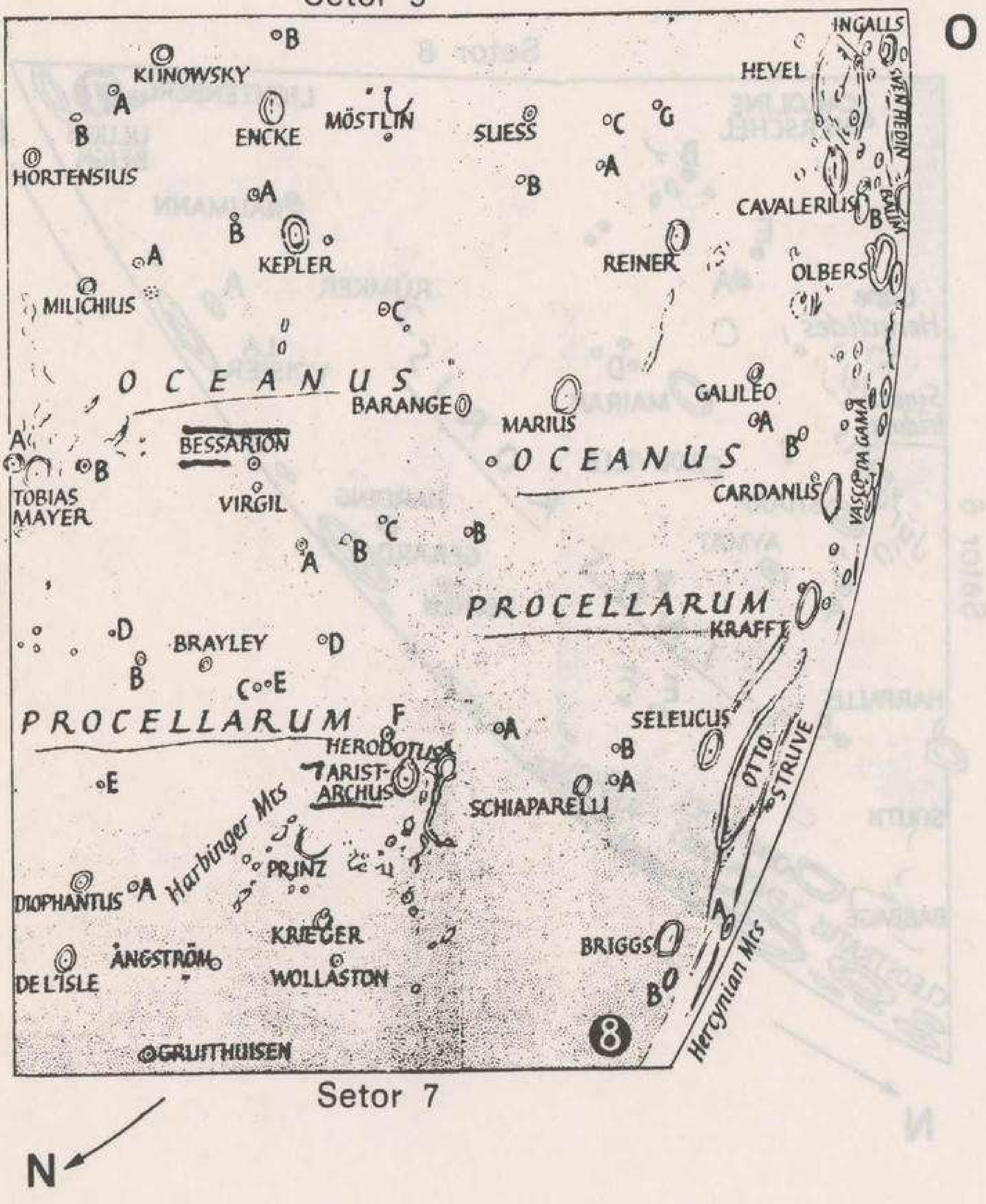

Spitzbergen Mts
MARE
Palus Nebularium
KIRCH
OPTON
PIAZZI-SMYTH
IMBRIUM
HAAS
PICO
Mont Blanc
REESE
Teneriffe Mts
Straight Range
PLATO
JACKSON-GWILT
MARE FRIGORIS
LE VERRIER
HELICON
IMBRIUM
Cape Laplace
S.Iridum
Jura Mts
BIANCHINI
MAUPERTUIS
FOUCAULT
CONDAMINE
BOUGUER
HARPALUS
HORREBOW
SOUTH
ROBINSON
BABBAGE
BARTLETT
J.HERSCHEL
BIRMINGHAM
FONTENELLE
ANAXIMANDER
PYTHAGORAS
EPIGENES
PHILOLAUS
CARPENTER
J.J.CASSINI
ARTHUR
ANAXAGORAS
ANAXIMENES
MOUCHEZ
Setor 3
Setor 7
O
N

Setor 8


CAROLINE HERSCHEL
LICHTENBERG
7
ULUGH BEIGH
NAUMANN
RÜMKER
A
LA VOISIER
Cape Heraclides
Sinus Iridum
MAIRAN
D
LOUVILLE
SHARP
AYMAT
HARDING
GERARD
DECHEN
HARPALUS
E
SOUTH
BABBAGE
CLEOSTRATUS
XENOPHANES
CENOPIDES
REPSOLD
F
Setor 6
N

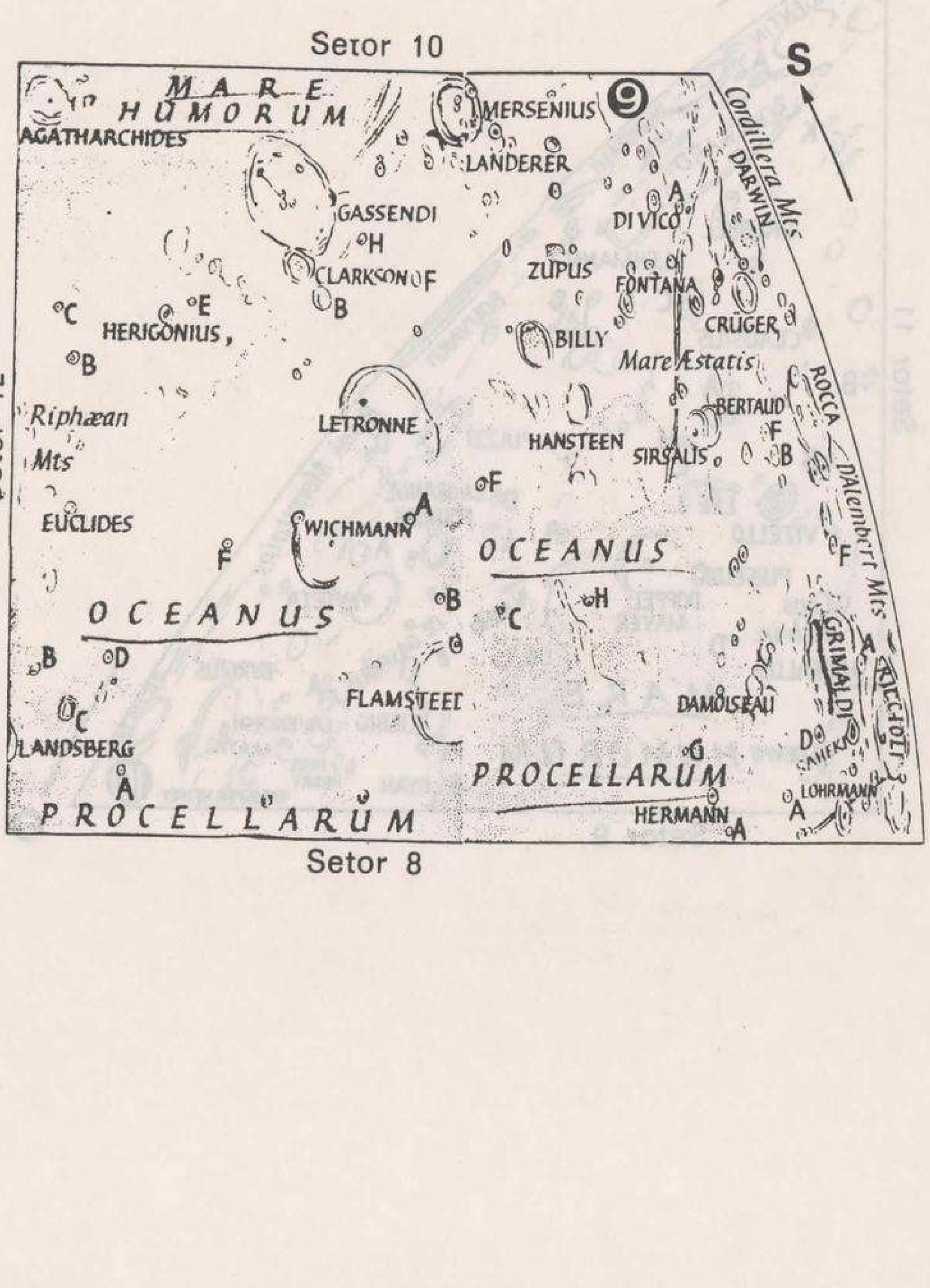
Setor 9

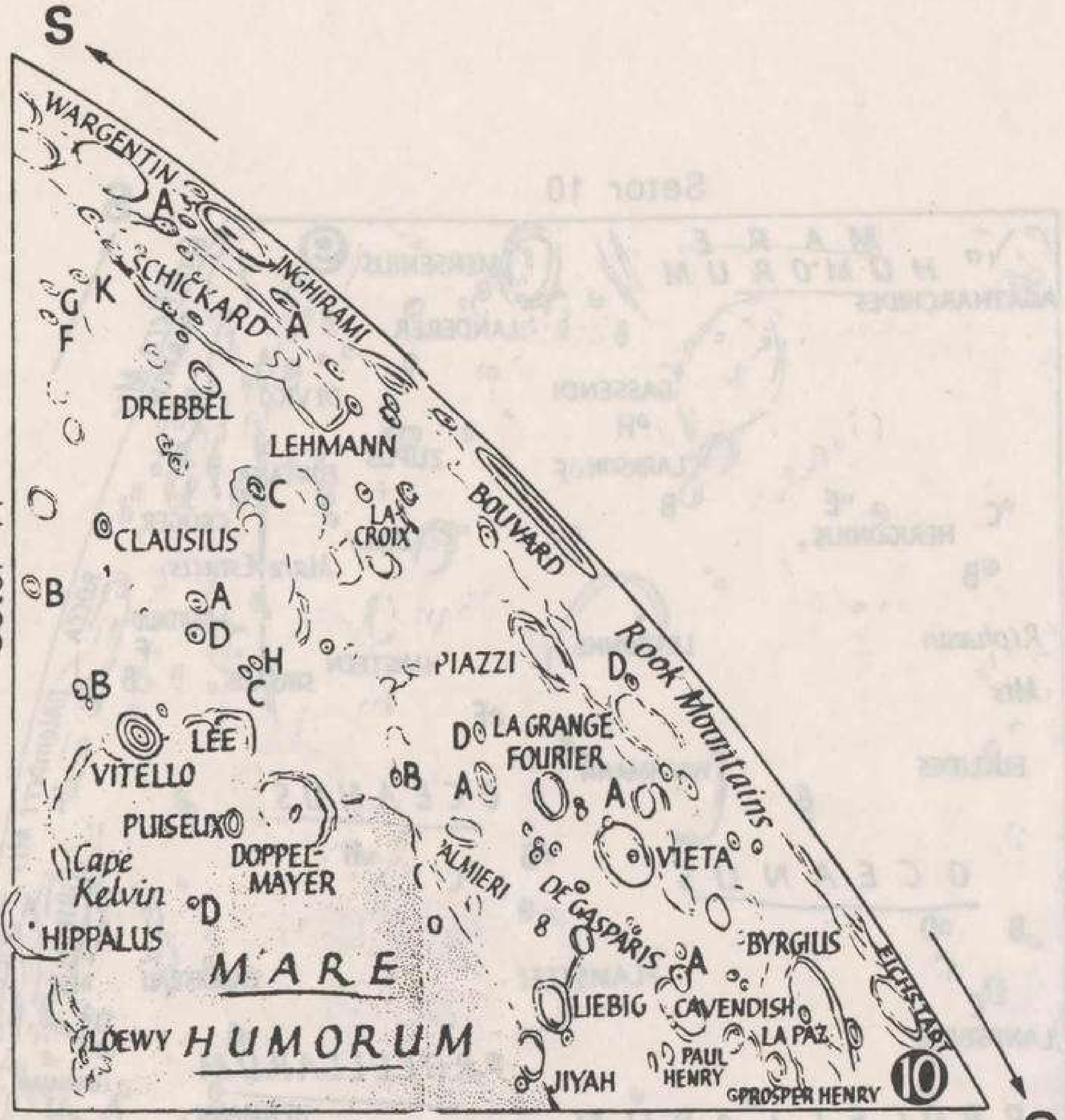
Setor 5



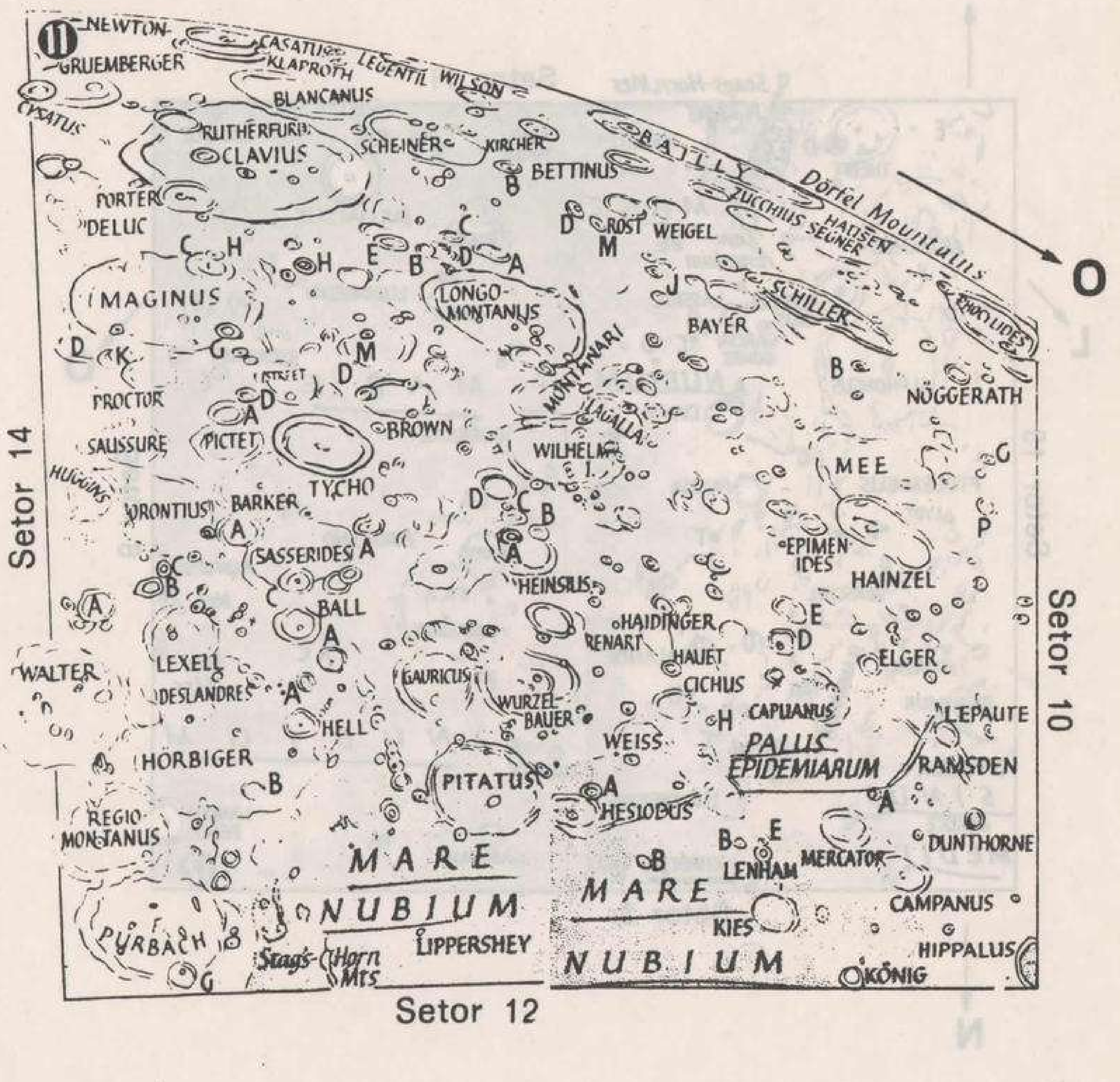
Setor 7

N


Setor 10
S
MARE HUMORUM
AGATHARCHIDES
MERSENIUS
LANDERER
Cordillera Mts
DARWIN
GASSENDI
DI VICO
CLARKSON
ZUPUS
FONTANA
HERIGONIUS
BILLY
CRÜGER
Mare Æstatis
Riphæan Mts
LETRONNE
BERTALID
ROCCA
HANSTEEN
SIRSALIS
D'Alembert Mts
EUCLIDES
WICHMANN
OCEANUS
OCEANUS
FLAMSTEED
DAMOISEAU
GRIMALDI
RICCIOLI
LANDSBERG
PROCELLARUM
PROCELLARUM
LOHRMANN
HERMANN
Setor 12
Setor 8
O

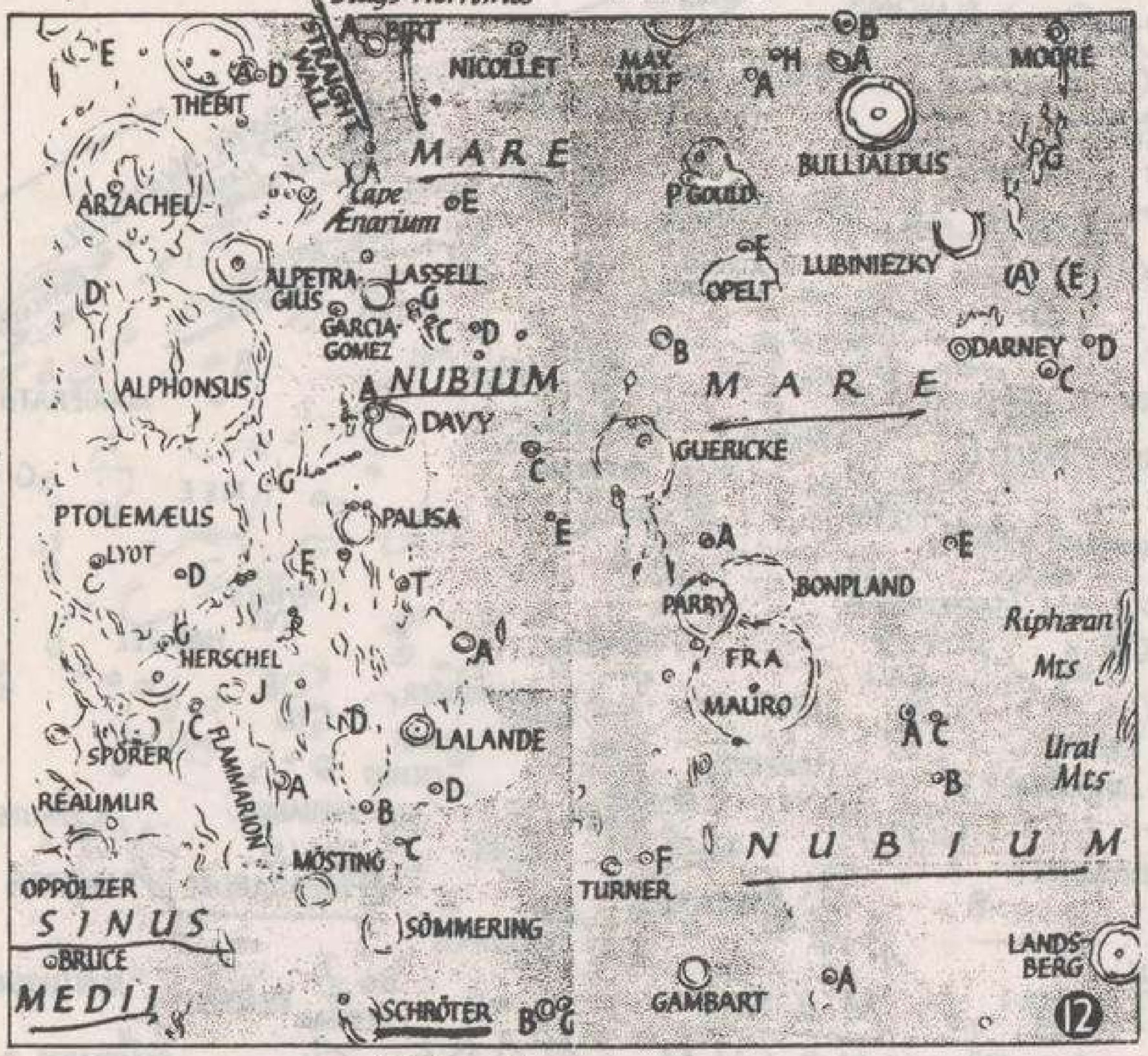

S
WARGENTIN
A
SCHICKARD
A
INGHIRAMI
K
G
F
DREBBEL
LEHMANN
C
CLAUSIUS
LA CROIX
BOUVARD
B
A
D
H
C
B
PIAZZI
D
LA GRANGE
FOURIER
LEE
VITELLO
B
A
A
PUISEUX
DOPPELMAYER
ALMIERI
VIETA
Cape
Kelvin
D
DE GASPARIS
A
HIPPALUS
BYRGIUS
MARE
HUMORUM
LIEBIG
CAVENDISH
LA PAZ
LOEWY
PAUL
HENRY
JIYAH
PROSPER HENRY
10
ROOK MOUNTAINS
EICHSTADT
Setor 11
Setor 10
Setor 9
O

S


NEWTON
GRUEMBERGER
CASATUS
KLAPROTH
LEGENTIL
WILSON
BLANCANUS
RUTHERFURD
CLAVIUS
SCHEINER
KIRCHER
BETTINUS
BAILLY
Dörfel Mountains
PORTER
DELUC
ZUCCHIUS
HAUSEN
SEGNER
ROST
WEIGEL
SCHILLER
ERATOSTHENES
IMAGINUS
LONGO-MONTANUS
BAYER
PROCTOR
RITTER
MONTANARI
AGALLA
NÖGGERATH
SAUSSURE
PICTET
BROWN
WILHELM I.
MEE
HUGGINS
TYCHO
DRONTIUS
BARKER
SASSERIDES
EPIMENIDES
HEINSIUS
HAINZEL
BALL
HAIDINGER
RENART
HALLET
ELGER
WALTER
LEXELL
DESLANDRES
GAURICUS
CICHUS
WURZELBAUER
HELL
CAPUANUS
LEPAUTE
WEISS
PALUS EPIDEMIARUM
HÖRBIGER
PITATUS
RANSDEN
HESIODUS
REGIOMONTANUS
DUNTHORNE
LENHAM
MERCATOR
MARE NUBIUM
CAMPANUS
KIES
PURBACH
Stags-Horn Mts
LIPPERSHEY
HIPPALUS
KÖNIG
Setor 14
Setor 10
Setor 12

S

Setor 11

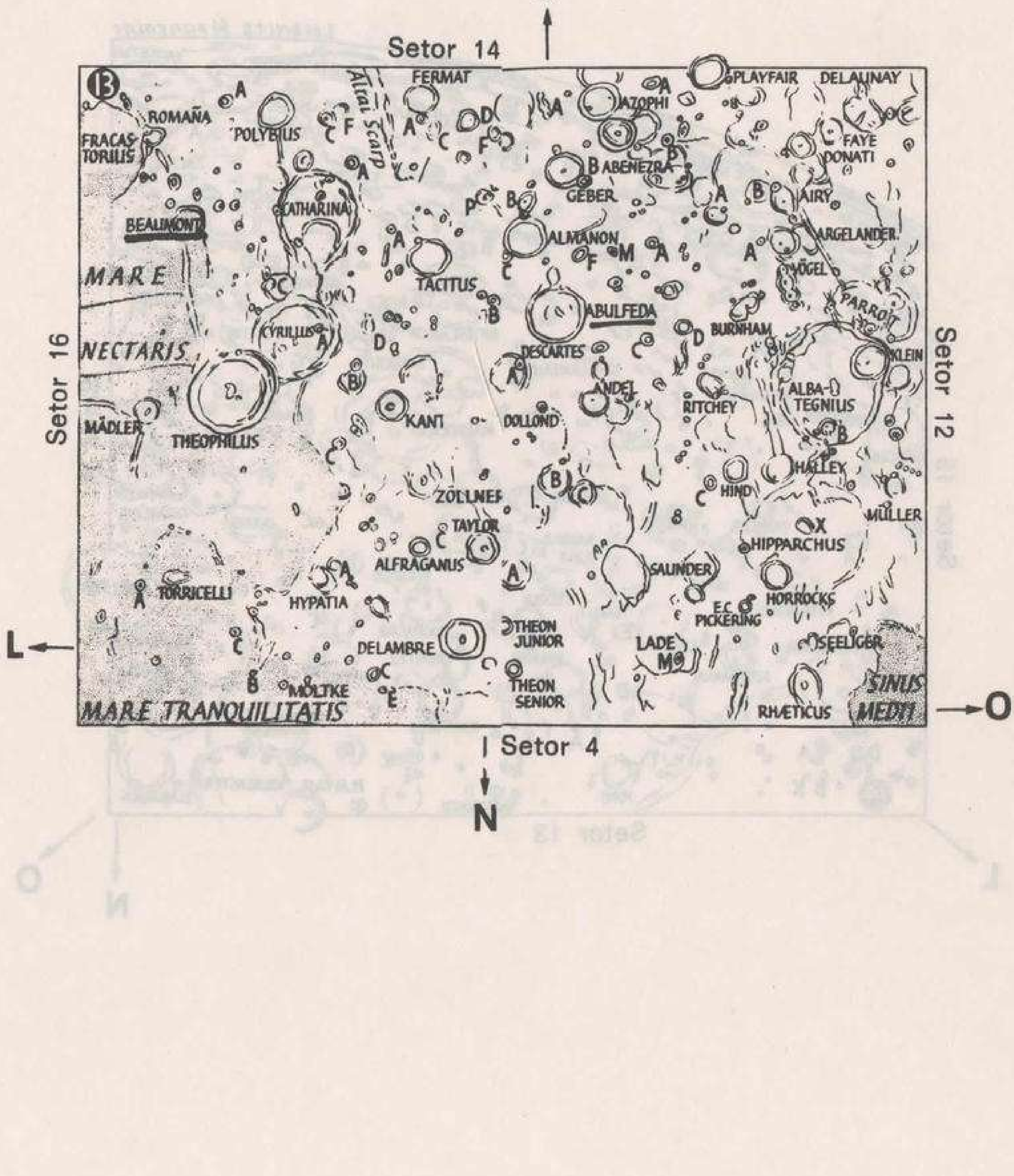


Setor 13

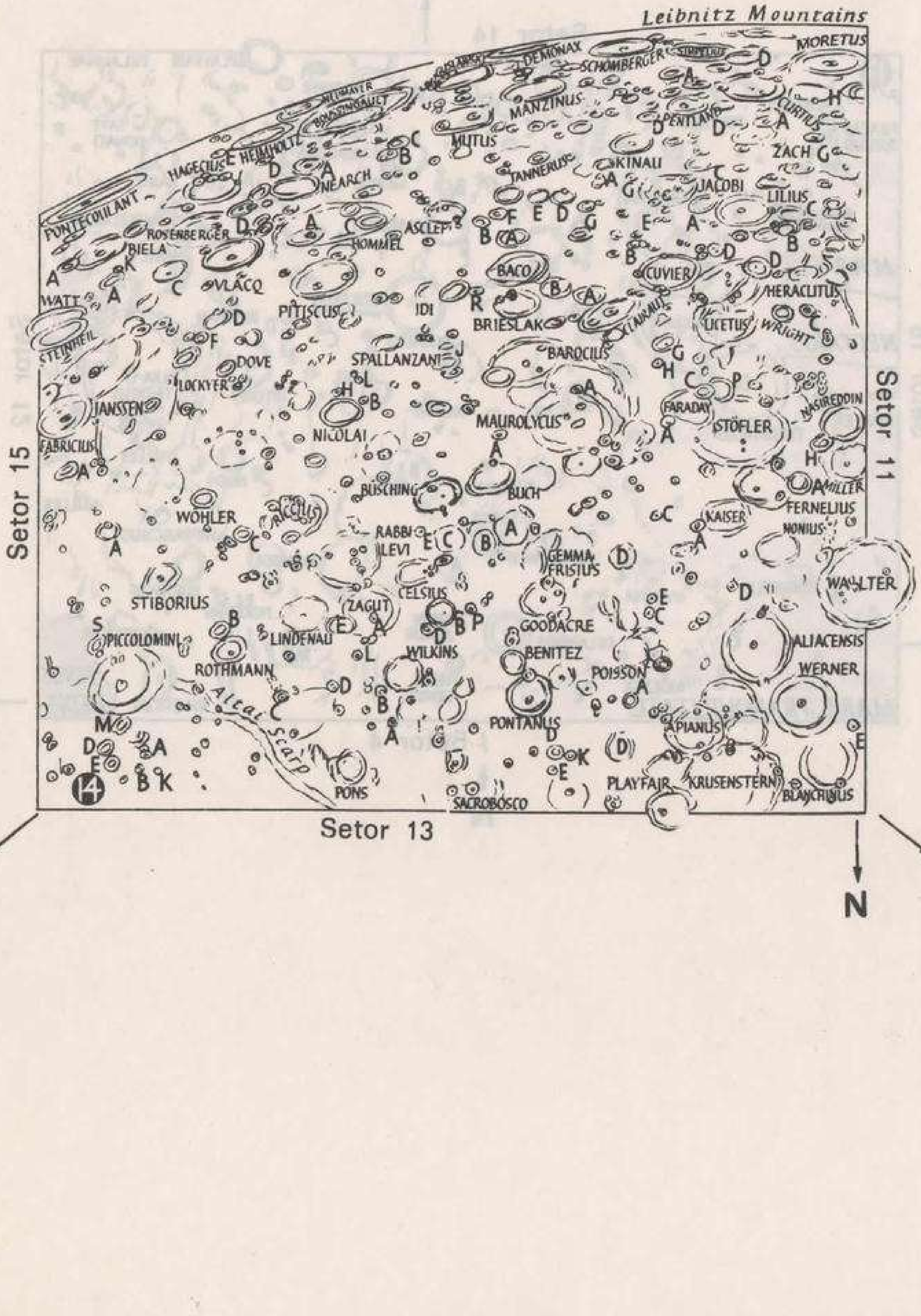
Setor 9

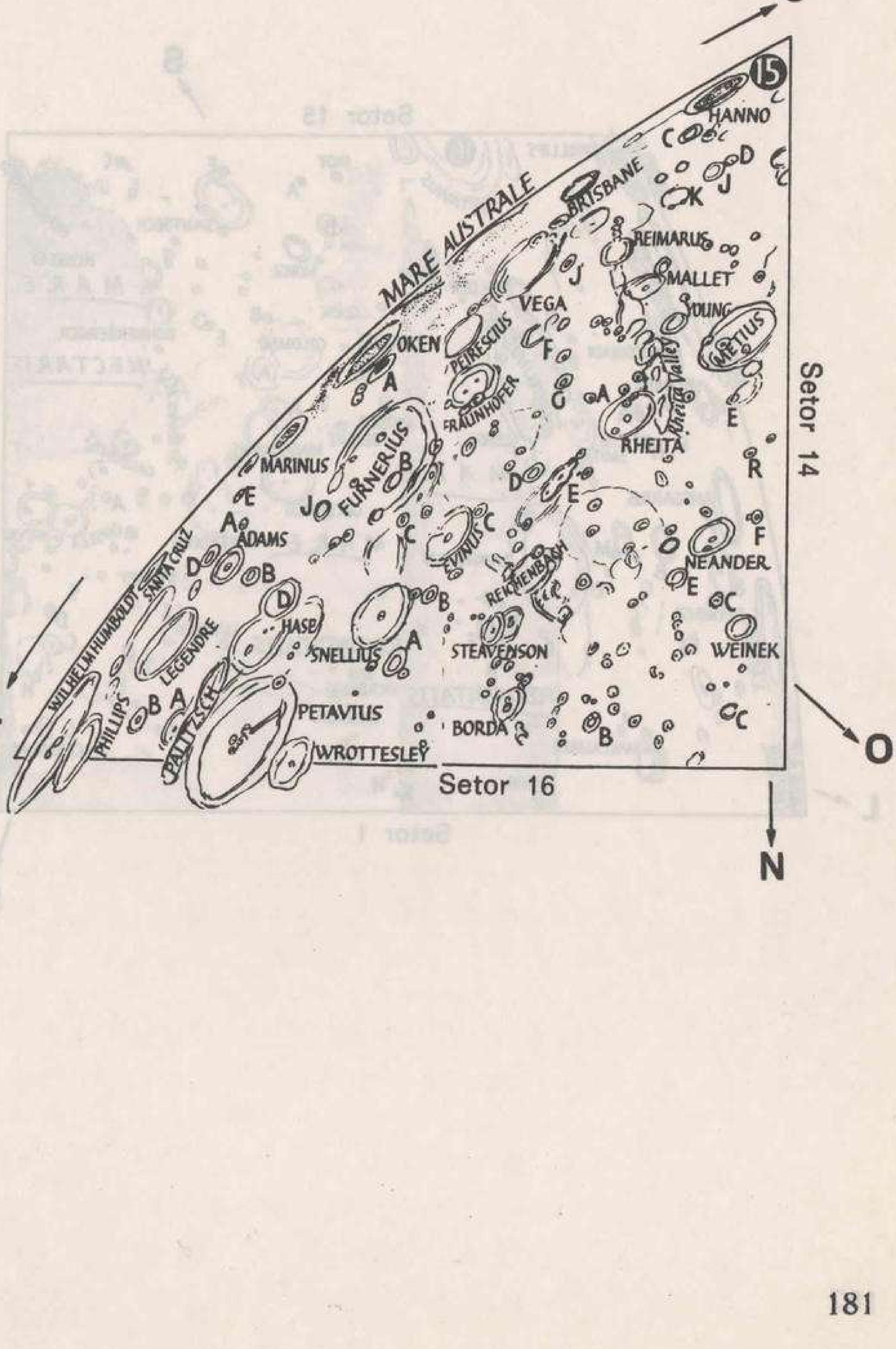
Setor 5

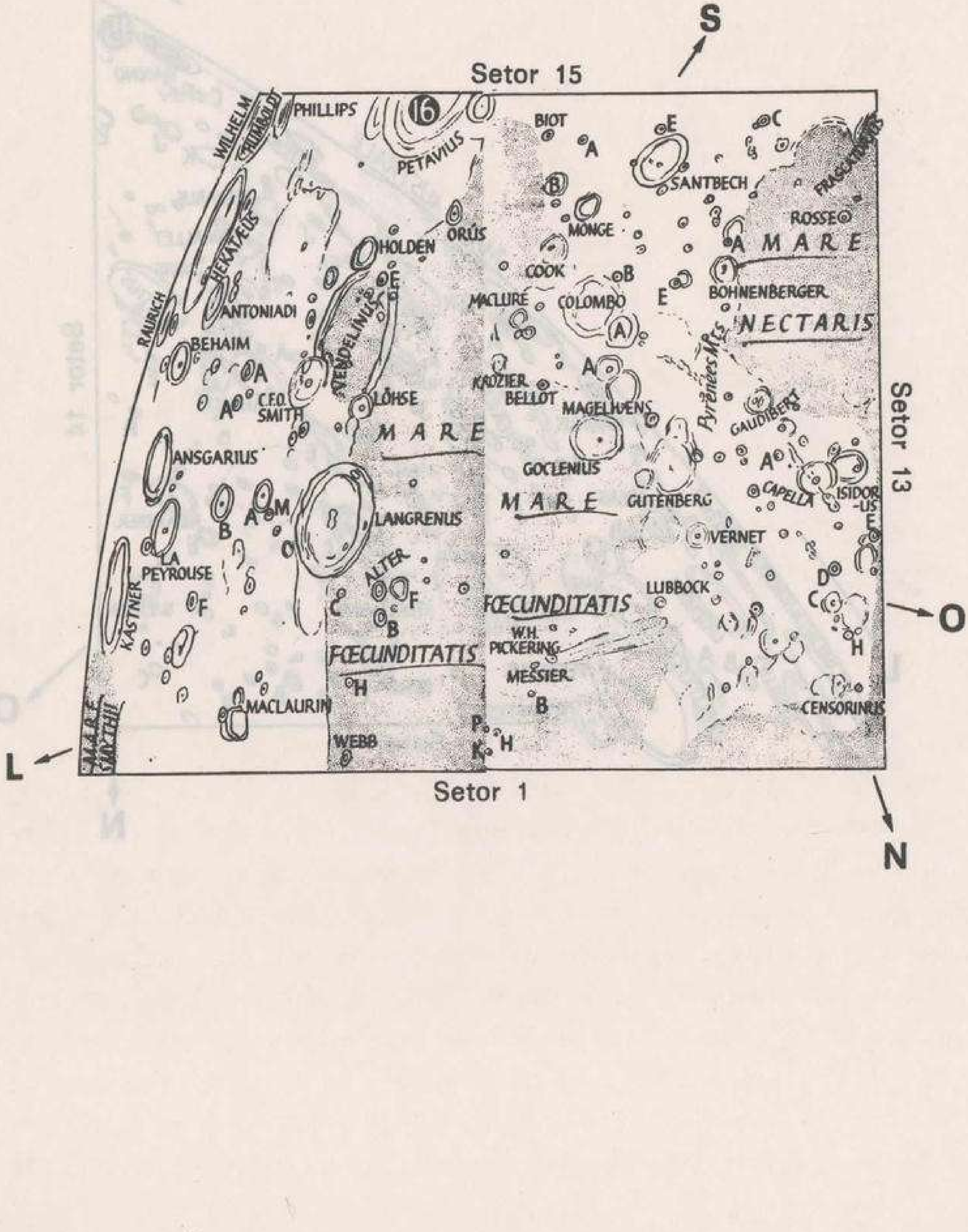
N


Setor 14
Setor 16
Setor 12
L
O
Setor 4
N
FERMAT
PLAYFAIR
DELAUNAY
ROMAÑA
FRACASTORIUS
POLYBIUS
Altai Scarp
AZOPHI
FAYE
DONATI
ABENEZRA
GEBER
AIRY
BEALIMONT
CATHARINA
ARGELANDER
ALMANON
MARE
TACITUS
VOGEL
PARROT
ABULFEDA
CYRILLUS
BURNHAM
NECTARIS
DESCARTES
KLEIN
ANDEL
ALBA-TEGNIUS
RITCHEY
MÄDLER
THEOPHILUS
KANT
DOLLOND
HALLEY
ZÖLLNER
HIND
MÜLLER
TAYLOR
HIPPARCHUS
ALFRAGANUS
SALINDER
TORRICELLI
HYPATIA
HORROCKS
E.C. PICKERING
THEON JUNIOR
DELAMBRE
LADE
SEELIGER
MÖLTKE
THEON SENIOR
SINUS MEDII
RHÆTICUS
MARE TRANQUILITATIS

S


Leibnitz Mountains
Setor 15
Setor 11
Setor 13
L
N
O
MORETUS
DEMONAX
SCHOMBERGER
MANZINUS
PENTLAND
CURTIUS
ZACH
KINAU
JACOBI
LILIUS
HAGECIUS
HEINHOLTZ
NEARCH
MUTUS
TANNERUS
ASCLEPI
HOMMEL
ROSENBERGER
BIELA
PONTECOULANT
VLÄCQ
PITISCUS
IDI
BACO
CUVIER
HERACLITUS
BRIESLAK
LICETUS
WRIGHT
STEINHEIL
DOVE
LOCKYER
SPALLANZANI
BAROCIUS
JANSSEN
FABRICIUS
NICOLAI
MAUROLYCUS
FARADAY
STÖFLER
NASIREDDIN
BUSCHING
BUCH
MILLER
FERNELIUS
WÖHLER
RABBI LEVI
KAISER
MONIUS
GEMMA FRISIUS
WALTER
STIBORIUS
CELSIUS
ZAGUT
GOODACRE
PICCOLOMINI
LINDENAU
WILKINS
BENITEZ
ALIACENSIS
WERNER
ROTHMANN
Alcal Scarp
POISSON
PONTANUS
APIANUS
PONS
SACROBOSCO
PLAYFAIR
KRUSENSTERN
BLANCHINUS


S
15
HANNO
BRISBANE
MARE AUSTRALE
REIMARUS
MALLET
VEGA
DOLLOND
OKEN
PEIRESCIUS
FRAUNHOFER
MARINUS
FURNERIUS
RHEITA
MAETIUS
ADAMS
SANTA CRUZ
WILHELM HUMBOLDT
LEGENDRE
PHILLIPS
HASE
SNELLIUS
PETAVIUS
WROTTESLEY
STEAVENSON
BORDA
NEANDER
WEINEK
L
O
N
Setor 14
Setor 16


S
Setor 15
Setor 13
O
L
N
Setor 1
PHILLIPS
WILHELM
PETAVIUS
BIOT
SANTBECH
PRAGCTORIUS
ROSSE
MARE
NECTARIS
ORÜS
HOLDEN
MONGE
COOK
MACLURE
COLOMBO
BOHNENBERGER
HEKATAEUS
ANTONIADI
RAURICH
BEHAIM
C.F.O. SMITH
LÖHSE
KRÖZIER
BELLOT
MAGELHAENS
Pyrénées Mts.
GALILAEI
GOCLENIUS
GUTENBERG
CAPELLA
ISIDOR-US
VERNET
ANSGARIUS
LANGRENUS
LA PEYROUSE
KÄSTNER
ALTER
FŒCUNDITATIS
LUBBOCK
W.H. PICKERING
MESSIER
MACLAURIN
WEBB
CENSORINUS

2

A OBSERVAÇÃO DA LUA

A Lua, o mais próximo dos corpos celestes, é o primeiro deles a oferecer atrativos sem conta para o amador provido de pequeno ou mesmo moderado instrumento. Com o advento da Era Espacial, as missões tripuladas e não-tripuladas que lhes foram enviadas não reduziram senão à primeira vista o interesse de sua observação e estudo acessível e, por vezes, compensador. Evidentemente, não se trata mais de avaliar os "enigmas" que preocuparam os primeiros selenógrafos (existência ou não de atmosfera, de água, de formas de vida etc), mas, antes, de voltar a melhor das atenções para as particularidades do relevo, dos desníveis, das culminâncias, ou mesmo da morfologia que, de maneira e modo extremamente variável, caracteriza o solo lunar. Como veremos, algumas das particularidades oferecidas pelo satélite natural da Terra sendo de ordem a serem associadas a comportamento físico-químico, onde o Sol participa não raro ativamente, lícito é admitir haver méritos no patrulhamento cuidadoso de não poucas das formações que, sabidamente e desde muito tempo, viram-se objetos de manifestações então consideradas misteriosas mas que hoje vêem-se enquadradas dentro dos limites de fenomenologia natural. Referimo-nos às exudações ou liberações de gases que, semelhantes ou comparáveis às "sulfataras" das regiões vulcânicas, ocorrem na *Lua* decorrentes da

ação direta ou indireta do Sol (vento solar etc) ou mesmo de um culvanismo que hoje sabemos existir no satélite. E em que pesem as diversas missões lunares realizadas, a superfície desse interessante mundo não estando de todo conhecida já que as mesmas abarcaram em sua maioria senão áreas centrais, equatoriais, distantes das regiões polares que, em decorrência da interrupção das missões lunares, continuam em grande parte desconhecidas ou mal avaliadas. Daí a importância de programa de patrulhamento.

Mas, antes de chegar a tal estágio, é necessário, conhecer os primeiros passos.

A observação lunar é acessível a todos os instrumentos — O menor instrumento, o mais modesto refrator ou refletor possibilitam a abordagem do relevo lunar: as vastas planícies, consideradas mares nos primórdios da observação telescópica; os grandes circos e as enigmáticas raias brilhantes visíveis durante a "lua cheia".

Um aumento de 50 vezes permitirá registrar pequenos (na aparência) detalhes, como o *"Vale dos Alpes"*, enquanto que com 100 vezes são as ranhuras principais que começam a se revelar, como aquelas de *Hyginus, Aristarco*. Quanto às crateras acessíveis, estas revelar-se-ão inumeráveis, as cadeias portentosas, com picos altíssimos, destacar-se-ão dos planos quase que intermináveis. Uma delas, como a dos *Apeninos*, particularmente interessante já que nas suas proximidades ocorre a existência de uma cratera que recebeu o nome de um ilustre patrício nosso, *Santos Dumont*.

Com aumentos superiores, de 150 a 200 vezes, são os detalhes até então insuspeitados que começam a se mostrar. Claro, como sabemos, nossa atmosfera precisará mostrar-se transparente, para que não poucos deles mostrem seus aspectos e segredos. E depois, como já o sabemos também, falar de tantos e tantos aumentos é fácil. O instrumento precisa ter potência. Um de pequeno porte, claro, mostrará muita coisa mas os detalhes, as minúcias, evidentemente, estarão reservadas aos mais potentes. Se o amador puder empregar um refletor de 200 mm, ou melhor ainda, de 250 mm, sobretudo na disposição "Cassegrain", é inacreditável o que passará a registrar nesse mundo astronomicamente tão próximo e que inexplicavelmente foi esquecido. Que o observador

se demore um pouco sobre as regiões recém-iluminadas pelo sol nascente ou, então, quando do minguante, deslocar seu instrumento sobre as planícies ou contrafortes que, inúmeros, são visíveis quando do término do longo dia lunar. Estamos certos de que tal gênero de observação será objeto de muitos serões e cuidadosas anotações.

O relevo lunar e o desenho

Oferece a *Lua* notável campo para exercitar a prática do desenho. Aliás, seu relevo é um constante desafio mesmo para aquele especialmente dotado nessa difícil arte de reproduzir o aspecto das coisas. É inacreditável a riqueza de detalhes e jogos de luz-e-sombra que esse mundo conturbado e silencioso proporciona. Para tanto, basta demorar-se um pouco sobre o *terminador*, ou seja a linha demarcatória da sombra e da luz que determina em grandes linhas a fase da *Lua*. Experimente reproduzir o que existe numa cratera, pequena que seja, ou o que ocorre nas *high lands*, nas altas regiões, como são chamadas pelos observadores de fala inglesa. Verá o interessado que isso não é fácil e que precisará ordenar suas impressões, suas reações e fazer um levantamento de suas possibilidades diante de panoramas que estão ao alcance de seu pequeno instrumento.

Comece pelo exame das grandes planícies, os "mares". Se acompanharmos a lunação, noite após noite, ficaremos surpresos ao constatar a mudança de tonalidade que eles, esses "mares", oferecem. Há ali, sem dúvida nenhuma, alterações onde o cinzento passa a matizes esverdeados, ao negro, e o fazem em decorrência dos jogos de luzes combinados com as diferentes naturezas do solo, do relevo local. O emprego de medianas aberturas ópticas, de fortes aumentos quando de condições atmosféricas favoráveis, faz-se então recomendável, a fim de melhor avaliar o que ali ocorre.

Raias e Ranhuras — Embora não oferecendo os aspectos das fases, a "Lua Cheia" tem seus atrativos, sobretudo de conjunto. Um deles diz respeito aos sistemas de raias que, como no sistema chamado "*de Ticho*", uma bela cratera de quase 90 Km, tende a se espalhar por grande parte da superfície lunar, passando por cima de montanhas e

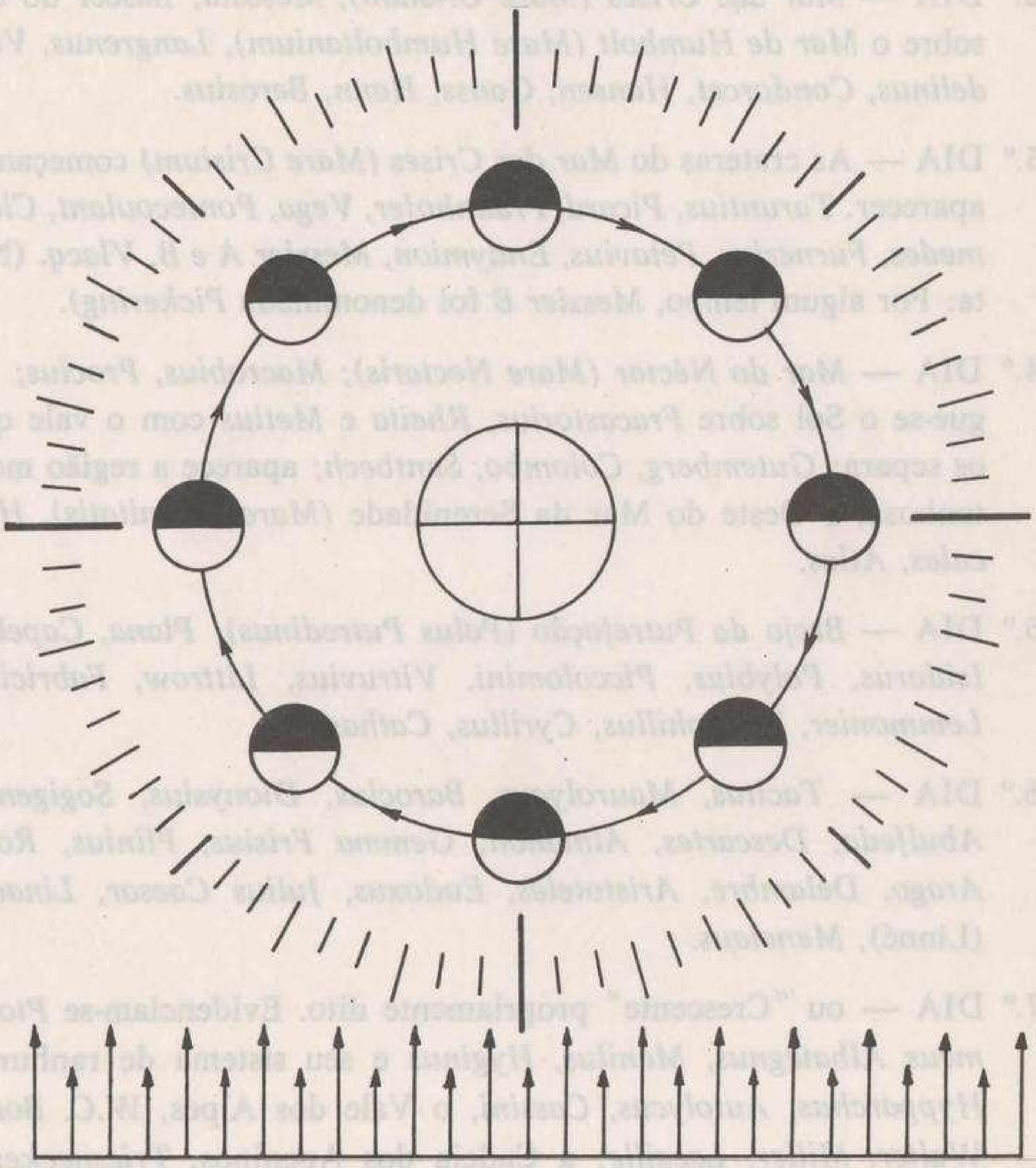
crateras, por mais de 2000 Km. Afora esse sistema, ocorrem outros, como em *Copérnico, Kepler, Aristarco.* Mesmo não oferecendo detalhes de seu relevo mais aparente, é na "Lua Cheia" que se oferece a possibilidade de um trabalho diferente. Para tanto, que o observador dirija seu instrumento para as regiões limbares do sudoeste. Mas antes disso, há outros setores a atender, como aquele das ranhuras, esses sulcos enigmáticos que em certos lugares constituem rede de ramificações que se estendem por dezenas e dezenas de quilômetros. Requerem para tanto transparência atmosférica e, claro, potência óptica via de regra acessível aos refletores de 150 mm ou mais. Procure o observador localizar essas ranhuras nas proximidades de *Gassendi, Hyginus, Triesnecker, Mersenne, Sabine, Ritter* e, também, ao longo dos *Apeninos,* junto ao "mar" das Chuvas. Particularidades interessantes são sobretudo constatadas nas ranhuras existentes entre o *"mar" dos Humores* e o *"das Nuvens"* e, mais espetacular de todas, aquela que parte ou parece partir da muralha de *Heródoto* sob a forma de gigantesco U. Trata-se da famosa *"Cobra Head"*, ou "cabeça de cobra" dos selenógrafos.

Circos — Mas é o estudo das grandes formações lunares conhecidas como "circos" que revela maior atração. Observe-se por exemplo essa notável formação, talvez a mais perfeita existente na face do satélite, conhecida como *Copérnico.* Admiravelmente situada, proporciona notável alvo para o desenho. Tente o observador reproduzi-la e verá que a coisa não é nada fácil. O mesmo pode ser dito de *Arquimedes* ou ainda de *Posidonius,* ou de *Gassendi,* ou essa estranha curiosidade que é *Wargentin,* um grande circo que, pasme o leitor, está cheio de material desconhecido e isso até a boca! Em suma, um alti-plano, lamentavelmente mal situado (fica ele quase no limbo sudoeste. . .) mas sempre digno de atenções. O mesmo pode ser dito a respeito dos chamados *crater pits,* ou poços crateriformes, verdadeiras perfurações que se encontram disseminadas, por vezes incrivelmente numerosas e parecidas com "buracos de agulha" mas que, na realidade, possuem vários quilômetros de diâmetro. Visíveis através de moderadas aberturas e com grandes aumentos constituem notável alvo para o observador à cata de programa de observação.

O terminador, ou a Lua dia-a-dia

Mas, evidentemente, precisamos conhecer a *Lua* em um de seus principais aspectos: o *terminador*, sobretudo à medida que as fases vão se sucedendo, ou seja noite após noite. Falou-se de *Copérnico*, de *Aristarco*, de *Gassendi*, dos "mares", essas vastas planícies, de cadeias montanhosas, como de *Copérnico* etc, mas onde é que tais acidentes, e muitos outros, se encontram?

A COLONGITUDE E A SUA IMPORTÂNCIA NA OBSERVAÇÃO DA LUA



DIREÇÃO DOS RAIOS SOLARES

Melhor do que palavras, a sucessão das fases que o satélite apresenta e que ocasiona o gradativo aparecimento, seguido do desaparecimento quando da noite lunar, de inúmeras formações e incontáveis particularidades que constituem o relevo lunar. O conhecimento dessa sucessão, desse contínuo aparecimento e desaparecimento do dia-a-dia lunar, permitirá ao observador adentrar seriamente no estudo do satélite e posicionar sem grandes dificuldades não poucas dessas formações, que durante muito tempo monopolizaram as atenções da ciência. Acreditamos ser conhecido o mecanismo das fases. Como se sabe, o 1.º dia da lunação é invisível já que a *Lua* está entre nós e o *Sol*.

2.º DIA — *Mar das Crises (Mare Crisium), Messala;* nascer do Sol sobre o *Mar de Humbolt (Mare Humboltanium), Langrenus, Vendelinus, Condorcet, Hansen, Gauss, Hann, Berosius.*

3.º DIA — As crateras do *Mar das Crises (Mare Crisium)* começam a aparecer. *Taruntius, Picard, Fraunhofer, Vega, Pontecoulant, Cleomedes, Furnerius, Petavius, Endymion, Messier A e B, Vlacq.* (Nota: Por algum tempo, *Messier B* foi denominada *Pickering).*

4.º DIA — *Mar do Néctar (Mare Nectaris); Macrobius, Proclus;* ergue-se o Sol sobre *Fracastorius, Rheita* e *Metius* com o vale que os separa; *Gutemberg, Colombo, Santbech;* aparece a região montanhosa, a Oeste do Mar da Serenidade *(Mare Serenitatis), Hercules, Atlas.*

5.º DIA — *Brejo da Putrefação (Palus Putredinus); Plana, Capella, Isidorus, Polybius, Piccolomini, Vitruvius, Littrow, Fabricius, Lemmonier, Theophillus, Cyrillus, Catharina.*

6.º DIA — *Tacitus, Maurolycus, Barocius, Dionysius, Sogigenes, Abulfeda, Descartes, Almanon, Gemma Frisius, Plinius, Ross, Arago, Delambre, Aristoteles, Eudoxus, Julius Caesar, Linaeus* (Linné), *Menelaus.*

7.º DIA — ou "Crescente" propriamente dito. Evidenciam-se *Ptolomeus Albategnus, Manilus, Hyginus* e seu sistema de ranhuras, *Hypparchus, Autolycus, Cassini,* o Vale dos Alpes, *W.C. Bond, Walter, Miller, Lacaille;* a Cadeia dos Apeninos, *Triesnecker* e seu sistema de ranhuras.

8.º DIA — *Mar do Frio (Mare Frigoris); Arzachel, Alphonsus, Alpetragius, Bôde, Pallas, Archimedes, Platão, Maginus, Moesting, Thebit, Saussure, Moret*; "Grande Muro Reto", ou ainda a "Grande Muralha", ou a "Espada na Lua"; *Lalande, Kirch.*

9.º DIA — *Ticho, Clavius, Erathostenes, Stadium* e as crateras a Nordeste, *Timocharis, Pitatus, Gruemberger;* os Montes Teneriffe; a região a Oeste de *Fontenelle, Gambart,* a famosa "Straith Range", ou "Grande Muralha" ou "Grande Cadeia".

10.º DIA — *Golfo dos Íris, dos Arco-Íris (Sinus Iridum); Copernico Hesíodo,* e a ranhura existente a Leste desta última formação; *Wilhelm I, Longomontanus, Heinsius, Pitheas, Lambert, Hélicon, Wurzelbauer.*

11.º DIA — *Bouillaud, Campanus, Mercator, Reinhold,* os Montes Ripheus; *Hippalus, Capuanus, Blancanus, Tobias Meyer.*

12.º DIA — *Mar das Chuvas (Mare Imbrium); Gassendi, Aristarcus, Herodotus, Marius, Flamsteed, Letronne, Schiller, Mersenne, Doppelmeyer.*

13.º DIA — *Schikhard, Grimaldi, Byrgius, Phoecylidis, Seleucus, Cruger, Briggs, Seggs, Segner, Sirsalis.*

14.º DIA — *Mar de Smyth (Mare Smytti) Inghirami, Bouvard, Riccioli, Olbers;* os Montes Hercynianos; *Cardan, Krafth;* os Montes Cordilleras; *Pythagoras.*

A observação atenta do amador

Muito embora a *Lua* tenha sido visitada e parcialmente explorada pelo homem, há muitas coisas que não receberam explicação definitiva. Apesar de não ter atmosfera e, conseqüentemente, água, ela não está totalmente morta. Ocorrem à sua superfície também no seu interior mudanças ocasionadas por forças internas (formas de vulcanismo), pela queda de meteoritos e, também, pelo vento solar oriundo, como sabemos, de nossa estrela, o *Sol.* Certas regiões, certas formações apresentaram, durante a história da observação lunar antiga de vários séculos,

curiosos comportamentos que têm atraído as atenções de pesquisadores famosos e com mais fortes razões, de não poucos amadores. Clássico por excelência foi o fenômeno registrado por *Kozirev*, em 1958, e que marcou o advento das conquistas espaciais modernas. Assim, revela-se plenamente justificado o patrulhamento sistemático, contínuo, de não poucas dessas formações que têm revelado comportamento inusitado, onde poderiam ocorrer certos fenômenos, que têm atraído a atenção de sérios estudos por parte de instituições famosas (a NASA, entre outras).

A título de simples indicação, as seguintes formações têm sido incluídas entre aquelas sujeitas a tais fenômenos, continuando a merecer, por conseguinte, as atenções dos observadores:

ALPHONSUS — A emissão de gases registrada por *Kozirev* e documentada sob a forma de espectrogramas provou a existência de vulcanismo na *Lua,* fenômeno esse que poderia voltar a ocorrer.

PLATÃO — O chamado "Lago Negro" — Observá-lo durante toda a lunação. Não poucos detalhes de sua vasta arena são, sobretudo, incertos. Apresenta um fenômeno aparentemente anormal: à medida que o Sol eleva-se no horizonte local tende o piso de *Platão* a ficar mais sombrio. Registrar as tonalidades variáveis durante a lunação, e anotar a rede de prolongamentos cinzentos assim como as manchas brancas e arredondadas.

LITRROW — Por mostrar-se quase negro durante a "lua cheia".

LINNÉ — Cratera de pequeno porte mas que vem apresentando modificações desde século e meio.

ATLAS — Patrulhar cuidadosamente o setor Sul da grande arena. Existem ali curiosas e enigmáticas manchas extremamente sombrias.

HYGINUS (Região Sul) — *"Mar" dos Vapores.* Região semeada de inúmeras depressões. Mudanças de aspecto tenderiam a ter lugar.

WERNER — Patrulhar a base do paredão Norte, a oeste de *Regiomontanus.*

COPÉRNICO — Região próxima a *Gambart.* Área crivada de *craterpits* (poços crateriformes) que lembram uma escumadeira.

Mais ainda, como fiscalizar as formas de *Bessel, de Messier,* assim como as arenas de *Eudoxus* e *Aristarco,* seus filamentos e bandas escuras. *Aristarco* não raro é sede de fenômenos luminosos, de tonalidade azulada ou avermelhada.

O patrulhamento sob diferentes ângulos de iluminação é desejado, ou mesmo recomendado, já que possibilita o estudo das tonalidades experimentadas e as características de relevo. Admite-se atualmente como sendo perfeitamente normal que modificações devem ter lugar, já que as diferenças extremas das temperaturas (entre 100°C e −100°C) são normalmente verificadas na face do nosso satélite.

*Os TLP * ou "fenômenos lunares transitórios"* — De pouca durabilidade, imprevistos, registrados através de filtros ou, por vezes, em luz integral, constituem esses fenômenos talvez o maior atrativo oferecido pela observação lunar. Para testemunhar sua importância, basta lembrar a elaboração, por parte da NASA, de um vasto programa de observação internacional em que tomaram parte centenas de observadores, inclusive do Brasil. Pessoalmente interessados na pesquisa lunar, tivemos, assim como diversos colegas, participação ativa no mesmo. Trata-se de uma área extremamente restrita, particularizada, grandemente valorizada por certas autoridades, tais como *Winifred S. Cameron* entre outras, do GSFC/NSSDC, da NASA. Muito poderia ser dito acerca desse e outro programa de observação lunar, como o da *Luna Incognita* (Lua Desconhecida), mas o pouco espaço disponível limita-nos nessa possibilidade. O autor do presente teria interesse em atender eventuais consultas relativas a tais programas que, para a observação lunar, constituem atividade extremamente importante, passível de proporcionar notáveis resultados não só para o observador isolado como para grupos de trabalho.

As ocultações

Outro setor que merece igualmente o melhor das atenções do observador à procura de programa de trabalho é o das *ocultações.* Como o nome indica, trata-se do desaparecimento de estrelas e, também, de planetas e asteróides ocasionado pela passagem de nosso satélite. Fenôme-

---

* *Transient Lunar Phenomena.* (N.R.T.)

nos de perspectiva adquirem importância ímpar se acompanhados segundo certas normas técnicas.

É tal fenômeno caracterizado por uma *imersão* e por uma *emersão*. Quando se trata de uma estrela, o fenômeno é instantâneo, ou antes brusco (centésimo ou mesmo milésimo de segundo) pelo fato de a *Lua* não possuir atmosfera assim como pela imagem praticamente pontual da estrela. O caso não é idêntico, todavia, quando se trata de um planeta. A questão do deslocamento angular entra em jogo (a *Lua* desloca-se à razão de um segundo de arco a cada dois segundos de tempo) ocasionando certo descompasso, como no caso de Marte que pode demorar cerca de meio minuto para desaparecer atrás da *Lua*. Claro, a questão do diâmetro aparente de *Marte* é importante também, já que o mesmo precisa ser apreciável (da ordem de 15 segundos) para ter lugar. A notar que as imersões ocorrem na borda Leste e as emersões do lado Oeste da *Lua*.

As efemérides astronômicas publicadas pelos anuários, ou certas "Seções Lunares", anunciam periodicamente as ocultações e desse modo facilitam a observação das emersões, ou "saídas" dos astros ocultados. Para tanto, incluem os pontos do limbo onde deverão ou que esperam ter lugar. Uma convenção fixou a posição dessas regiões obedecendo ao seguinte critério: Norte = 0, Leste = 90°, Sul = 180°, Oeste = 270°. O observador deverá ter sempre em mente a inversão ocasionada pela luneta astronômica ao entregar-se a tal gênero de observação. O emprego de retículo associado a um equatorial auxilia grandemente o posicionamento da estrela ocultada e conseqüente registro do momento exato em que ocorre a imersão ou a emersão. Outro tipo de fenômeno, associado às ocultações, é o dos *grazzings*, ou "ocultações rasantes", ou ainda "apulsos". Trata-se de passagens rasantes por um dos pólos lunares, fenômenos estes em que aparecimentos e desaparecimentos se sucedem em decorrência do relevo lunar, o que resulta ser de importância para a avaliação das particularidades do satélite.

"Esse programa de trabalho tem alcançado ultimamente uma importância que o distingue entre as demais áreas em que o amador tende a se destacar. Há fortes razões para tanto. A principal, ao nosso ver, é que nem todas as estrelas que se vêem ocultadas pela Lua podem

ser observadas pelos astrônomos profissionais que precisam dos dados da ocultação. Além disso, e por uma razão fácil de avaliar, as ocultações não são prerrogativas nem privilégios de um único e determinado lugar da Terra. Daí entender-se haver *previsões* e as respectivas indicações de que tais e tais estrelas serão ocultadas tais e tais lugares do planeta. Claro, evidente, esses elementos passam a ser calculados no caso de haver observadores para registrá-las. Daí a importância do trabalho para aquele desejoso de fazer obra séria. Os organismos que as solicitam são de respeitável idoneidade, encaminhando os resultados a profissionais que se encontram empenhados em análises igualmente sérias, o que comprova o reconhecimento com que os não-profissionais vêm sendo considerados pela astronomia dita 'oficial' ".

Diante disso, em lugar de nos limitar a mencionar este ou aquele aspecto desse notável programa de trabalho, o que sem dúvida limitaria sua importância, optamos pela inclusão de um verdadeiro *modus operandi* do mesmo, de autoria de um jovem observador, que tem a seu crédito cerca de dez anos de experiência no setor, Paulo Sérgio Bretones, que fez suas primeiras armas no Observatório do Capricórnio, como observador de meteoros e cometas, e que hoje é membro ativo do Planetário de Campinas na qualidade de professor de Astronomia.

Como, sem dúvida, o leitor irá verificar, não se trata de um tipo de trabalho elementar, muito embora possa ser levado avante mediante o emprego de pequenas aberturas ópticas. Trata-se, isto sim, de uma atividade que exige, além da boa visão, presteza, reações oculares imediatas sem contar com a habitual honestidade do observador quando da coleta, registro e levantamento de dados técnicos. Como aliás é e constitui ser a tônica de toda atividade científica em geral e da astronomia observacional em particular.

OCULTAÇÕES TOTAIS DE ESTRELAS PELA LUA

Introdução

No transcorrer de seu movimento orbital ao redor da Terra, descrito no sentido direto, ou seja, de Oeste para Leste, a Lua interpõe-

se entre nossa linha visual e um sem-número de estrelas. A tal fenômeno, que ocorre regularmente, damos o nome de ocultação.

Para compreendermos corretamente este tipo peculiar de fenômeno, temos que considerar o movimento "real" de nosso satélite, ignorando, para fins de observação, o movimento de rotação da Terra. De fato, tendo em vista que o movimento executado por nosso satélite se faz de forma muito rápida, em contraposição ao movimento sideral da esfera celeste, o *desaparecimento*, ou *imersão* de uma certa estrela se fará sempre apontado para o *Leste*. Por outro lado, o *reaparecimento* de um astro ocultado pelo disco lunar se fará sempre apontado para Oeste A este fenômeno denominamos *emersão*.

Imersão e emersão são conhecidas como fases de uma ocultação.

Deste modo, durante a Lua crescente, as imersões se processarão sempre no bordo escuro. Por outro lado as emersões, ou reaparecimentos, também se farão no bordo não iluminado quando a Lua for minguante.

Porém só observamos desaparecimentos ou reaparecimentos em limbo claro quando a estrela for suficientemente brilhante, pois normalmente as estrelas são débeis o suficiente para prejudicar tal tipo de observação.

Eventos dessa natureza, além de se constituírem em belos espetáculos visuais, têm sua importância científica na medida em que os horários de sua ocorrência são precisamente registrados por intermédio de cronômetros. A utilização dessas cronometragens é de crucial importância para a determinação exata das posições das estrelas, bem como da posição orbital da Lua. Com esses posicionamentos podem-se prever eclipses, marés e outros fenômenos.

As ocultações de estrelas pela Lua substituem quase completamente as outras observações para determinação da posição lunar. Além disso, pode-se medir as irregularidades da rotação terrestre, determinar o movimento próprio das estrelas, medir seus diâmetros e descobrir novas estrelas duplas, os dois últimos com o uso de fotometria fotoelétrica.

Deve-se ter em mente que as estrelas que são passíveis de ocultação pertencem à região da eclíptica.

Além do fato de que as ocultações podem ser preditas por cálculos, existem freqüentemente pequenas discrepâncias entre as predições e as observações.

Podem ser observados outros tipos de ocultações além das totais de estrelas pela Lua como ocultações rasantes de estrelas pela Lua, ocultações de planetas, asteróides ou outros objetos pela Lua, estrelas por asteróides, planetas ou satélites de planetas.

Um grande número de observadores, daí a importância do astrônomo amador, pode colher tais dados por não ser necessário grande instrumental e pela disseminação desses observadores pelo globo terrestre.

As predições podem ser solicitadas ao USNO (*United States Naval Observatory*) ou ao ILOC (*International Lunar Occultation Center*) e as fichas de reporte são enviadas para o segundo sem despesas nos endereços em anexo.

Outra instituição de interesse é a IOTA (*International Occultation Timing Association*) que publica o periódico "Occultation Newsletter".

I. *Material necessário*

Telescópios

O instrumental necessário para observar-se uma ocultação é de tal forma simples que refletores de 10 cm de abertura (4") e refratores de 50 mm já são úteis para a observação de estrelas até mag. 7.5, isso porque estrelas mais fracas tendem a desaparecer da visão pelo clarão da Lua.

Rádio de ondas curtas

São utilizados a fim de escutar os Sinais Horários de estações que transmitem continuamente minutos e segundos em *bips*, anunciados

por voz antes do final de cada minuto, geralmente ouve-se a estação WWV (USA) em 20Mc (19 m), ou então a Rádio Relógio Federal, que transmite em 580 e 4.905 Khz com pulsos nos segundos 58,59 e 60 de cada minuto.

Telefone

A obtenção do horário correto por aferição do cronômetro também pode ser feita por ligações telefônicas. Geralmente liga-se para o número 580-6037 (DDD 021, Rio de Janeiro), que fornece a hora com intervalos de 10 segundos acompanhada de *bips*.

Cronômetro e/ou gravador

O cronômetro deve ter a precisão de dois décimos de segundo no mínimo podendo ser mecânico ou digital, devendo ser acionado no momento do fenômeno.

O uso do cronômetro e do gravador é explicado no item "MÉTODOS DE OBSERVAÇÃO".

II. *Das coordenadas*

É imprescindível o conhecimento, com boa precisão, das coordenadas geodésicas ou de 1.ª Ordem do posto de observação. Para tanto recomendamos entrar em contato com o serviço de topografia local. O observador pode, deste modo, calcular suas coordenadas através de medidas tomadas pelo marco referencial mais próximo do seu posto de observação. Deve-se levar em conta que 30 m correspondem a 1 segundo de arco em latitude e em longitude.

III. *Da obtenção das predições*

O USNO e o ILOC fornecem anualmente as predições de hora e posição das estrelas a serem ocultadas remetendo-as aos interessados. Para tal, o observador ou a associação a que está filiado deve solicitar um formulário que deve preencher com dados relativos ao instrumento usado, coordenadas bem determinadas — Latitude e Longitude em

graus, minutos e segundos, além da Altitude, especificando como foram obtidos.

As predições enviadas pelo USNO têm os seguintes dados (ver fig. 1):

(DAY TIME-UT) o dia, as horas, os minutos e segundos em tempo universal. Para obtenção do tempo legal deve-se subtrair 3 horas, em virtude do fuso horário.

(D) dados a respeito da estrela quando binária. Com N,S,P,F significando que a predição é apenas para a componente norte, sul, precedente (oeste) ou a seguinte (leste). M significa que a dupla não foi resolvida fotoeletricamente e a predição é para o ponto médio das componentes. A e C indicam ao observador o catálogo (A-Aitken, C-Innes). Além de outras letras como — B-tripla, D-primária, E-secundária, Q-tripla, U-binária espectroscópica com separação menor que 0.01", V-binária espectroscópica com separação maior que 0.001" mas não visual, W-tripla, X-provavelmente dupla, Y-tripla, Z-tripla.

(AC) é a precisão estimada da predição em segundos. Assim a predição pode estar errada por causa das irregularidades no limbo lunar e posições estelares incorretas, porém não maior que o valor dado nesta coluna para a maioria dos casos. Erros regulares de altos valores indicam problemas com as coordenadas do posto de observação.

(USNO REF N.º) é a identificação da estrela necessária ao relatório da observação. Quatro dígitos referem-se ao Catálogo Zodiacal de Robertson (ZC). Cinco dígitos precedidos da letra Z são do sub-grupo do USNO para o Smithsonian Star Catalog para regiões do Zodíaco.

(V) é o valor da observação com relação ao estudo das ocultações, com 9 para o maior. O código indica aproximadamente que os eventos de maior valor são reaparecimentos, eventos mais próximos à Lua Nova ou Cheia, quase rasantes, e estrelas com declinação no hemisfério Sul.

(O) é o código de observabilidade, com 9 para a observação mais fácil e 0 para não-observável em quaisquer condições.

(MAX MAG) é a magnitude visual da estrela. Para estrelas variáveis, a máxima magnitude.

(SP) é o tipo espectral da estrela. Para eventos em limbo iluminado, estrelas do tipo G têm a mesma cor do luar e são mais difíceis para distinguir.

(PCT SNLT) é a percentagem iluminada do disco lunar (100% = Lua Cheia), precedido de + para crescente e − para minguante.

(ELG) é a elongação da Lua, isto é, o ângulo tomado a partir do observador entre o Sol e a Lua. Não pode exceder a 180° e é 0° ou 180° só em caso de eclipse.

(SN AL) é a altitude do Sol, dada só quando é maior ou igual a − 12° (que é o fim do crepúsculo náutico). Os eventos diurnos também são preditos quando observáveis.

(MN ALT) é a altitude da Lua sobre o horizonte. Este e os ângulos anteriores são dados em graus.

(MN AZ) é o azimute da Lua, medido ao longo do horizonte do Norte para o Leste.

(CA) é o ângulo do cúspide do evento. Esse é o ângulo do mais próximo cúspide lunar para a estrela. O mais próximo cúspide é identificado por letra como o Norte (N), Sul (S), Leste (E) ou Oeste (W). O ângulo do cúspide é positivo no limbo escuro e negativo no limbo claro.

(PA) é o ângulo de posição do evento no limbo lunar que é medido traçando reta do centro da Lua para o pólo N celeste, contando em direção ao Leste.

(VA) é o ângulo do evento, medido traçando reta do centro da Lua para o zênite, contando em direção ao Leste.

(WA) é o ângulo de Watts do evento, medido do centro do disco lunar para o pólo norte da Lua em direção ao Leste.

(LONG LIB) é a libração lunar em longitude.

(LAT LIB) é a libração lunar em latitude.

ABC (M/O/S/K) são fatores para o cálculo do evento em outros lugares num raio de 500 km.

A. minutos ou décimos a somar por cada grau a mais de longitude oeste.

B. minutos ou décimos a somar por cada grau a mais de latitude sul.

Em caso de longitude ou latitude menor, subtrair o valor de A ou B.

C. segundos de tempo por quilômetro acima em altitude. Se a ocultação for quase rasante os valores acima tornam-se inúteis, aparecendo uma indicação em asterisco.

(DM REF NO) é o número de referência de *Durchmusterung*. Para números BD, a região e um número de quatro dígitos são separados por um espaço em branco. Para números do catálogo CD, região e um número de cinco dígitos não são separados.

(SAO REF NO) é o número de referência da estrela no catálogo de estrelas do *Smithsonian Astrophysical Observatory* (SAO). Zero ou um espaço em branco indica que a estrela não está no catálogo SAO.

(HA(O / //) é o ângulo horário da Lua, medido no pólo norte celeste a partir do meridiano do observador para o oeste (positivo) ou para o leste (negativo) à estrela.

(DECL. (O / //) é a precisa declinação aparente da estrela na ocultação.

(RT. ASC. (HMN) é a ascensão da estrela no momento da ocultação.

Linhas de informação adicional

GRAZING OCCULTATION OF . . . . NEARBY . . . . chama a atenção do observador para uma ocultação rasante da estrela precedente, predita para a estação do observador, portanto são fornecidas as coordenadas do local onde o evento será observado, até ± 100 km do observatório.

POSSIBLE LUNAR ECLIPSE. . . indica que o teste usual de magnitude estelar para determinar o *código de observabilidade* está suspenso temporariamente, a Lua *pode* estar eclipsada neste horário.

ABOVE STAR. . . IS A VARIABLE STAR dá a mínima magnitude de estrelas variáveis. Se a mínima magnitude não é conhecida (usualmente muito débil), o valor 99.9 pode aparecer.

IV. *Métodos de observação*

É essencial que o observador receba o Sinal Horário por rádio ou telefone. Para tal, deve ter em mãos um cronômetro e, se for necessário, um gravador.

1.º Método — Stopwatch (Cronômetro)

O observador aciona o cronômetro o mais rápido possível quando vê o fenômeno e desliga-o quando ouve o sinal horário subtraindo à hora do sinal o tempo lido. Outra maneira é acionar o cronômetro antes do fenômeno anotando-se a hora e desligá-lo quando se vê a ocultação, somando-se então à hora anotada o tempo lido.

2.º Método — Tape Recorder (Gravador)

O observador grava: 1) Sinais Horários durante o período de observação, e 2) Um sinal audível no momento da ocultação (como um estalo ou "clique-claque").

Posteriormente, verifica-se a hora exata do fenômeno com um cronômetro em vários *replay* da fita para determinar-se o segundo e a fração deste em que o evento ocorreu.

3.º Método — Eye and Ear (Olho e Ouvido)

O observador ouve cuidadosamente os *bips* de segundo dos sinais horários, observa a ocultação, e estima mentalmente o décimo de segundo no qual o evento ocorreu. Todos os outros segundos são obtidos por contagem, ou com a ajuda de um cronômetro ou gravador.

Muitos observadores queixam-se que esse método é muito difícil de ser aplicado.

4.º Método — Camera & Clock (Câmera & Relógio)

Um relógio digital com décimos de segundo é fotografado pelo observador (flash) no instante da ocultação, com disparador.

Outros métodos podem ser utilizados como o *cronógrafo* que registra em papel o horário do fenômeno, o *fotoelétrico* que pode ter registros com precisão de milésimos de segundo ou ainda equipamento de *vídeo* ligado ao telescópio.*

Porém, os dois primeiros métodos são os mais utilizados e dão ótimos resultados.

V. *Preenchimento do formulário de ocultações lunares para o Iloc-Japão*

De acordo com o "Guide to Lunar Occultation Observations (1982 March Edition)", damos agora algumas orientações para o relatório que deve ser enviado para o ILOC *(International Lunar Occultation Center).*

É necessário o preenchimento desse formulário (ver fig. 2, p. 206) a fim de que possam ser facilmente processados no ILOC. Assim, essa instituição espera que muitas observações sejam enviadas.

Quando recebe as observações, o ILOC computa uma redução primária das observações, dando os (O-C), os quais serão retornados ao observador ou coordenador do grupo.

---

* Atualmente em observatórios mais avançados, inclusive de astrônomos amadores, utiliza-se o sistema de vídeo câmara CCD, acoplada à ocular de telescópios. O que possibilita a gravação de fenômenos astronômicos em fitas magnéticas de vídeo para análise posterior, obtendo-se, assim, dados mais precisos de tempo real. Encontra-se instalada no refletor de 600 mm do Observatório do Capricórnio, em Campinas/SP, o referido aparato. A vídeo câmara CCD foi cedida em comodato à entidade pelo especialista em Astronáutica e astrônomo brasileiro, Dr. Junior Torres de Castro, de São Paulo/SP. Informações técnicas sobre o aparelho encontram-se nessa obra, Parte III, no capítulo O céu e a fotografia, à p. 344. (N.R.T.)

É preferível que os observadores enviem suas observações duas vezes por ano ou mais freqüentemente se o número de observações ultrapassar a vinte. Mas é importante que as observações sejam enviadas rapidamente.

Cumpre mencionar que atualmente o ILOC fornece também predições de ocultações para interessados, uma vez que o "Observatório de Greenwich" desencumbiu-se dessa função.

Para o preenchimento do formulário, encontramos na FOLHA DA FRENTE:

— Nome do local de observação e endereço do mesmo;

— Dados sobre os telescópios e posições geográficas. Assim, riscar a letra que não for o caso: R = refrator ; N = refletor newtoniano; C = cassegrain + schmidt; O = outro (especificar no verso);

— Abertura e distância focal em centímetros;

— Montagem: E = equatorial; A = azimutal;

— Acompanhamento: D = *clockdrive;* M = manual;

— Longitude: colocar na altura do W (com relação à Greenwich); Latitude idem; assim como Altitude;

Dados geodéticos = se tiver coordenadas geodéticas de primeira ordem = Córrego Alegre - MG - Brasil.

39: Equação Pessoal (A)

S. O valor seguinte da PE foi subtraído do tempo observado.

E:PE desconhecido, porém eliminado pelo método de cronometragem, e por isso não dada.

N.PE desconhecida.

40-41: PE(B) — Se em 39 foi assinalado S, anote aqui o valor da PE já subtraído em 12-13, em segundo e décimos.

42-43: Accur-Precisão; anote sua precisão em segundos e décimos.

45: CE = Certeza — 1. Obs. Certa 2. Talvez errada 3. Provavelmente errada.

46-47: S/N — *sinal-to-noise ration*, para obs. fotoelétricas.

48: X = Componentes da binária ou não identificação, conforme abaixo:

W	componente precedente	B	comp. mais brilhante
E	componente seguinte	F	comp. menos brilhante
N	componente Norte	U	estr. não identificada
S	componente Sul	O	outro (especifique no verso)

49: SKy — ST = Estabilidade da imagem estelar:

1. Boa 2. Razoável 3. Ruim

50: SKy — RT = Transparência do céu:

1. Boa 2. Razoável 3. Ruim

51: C = Circunstâncias especiais (escolher item mais importante):

1. não instantâneo, gradual	5. nuvem fina
2. limbo escuro visível	6. muitas nuvens
3. por visão indireta	7. vento forte
4. estrela muito fraca	

52-53: Anote a temperatura em graus centígrados.

54-55: Deixar em branco, para uso do ILOC.

73-78: Para ocultações razantes.

S1: T = Se não tiver ainda código de telescópio, dado pelo USNO, colocar a letra do telescópio do cabeçalho no anverso.

S2: O = idem para o observador (verso do formulário).

COLUNAS: 1-6: ano, mês, dia, sempre o último em TU.

7-12: hora, minutos, segundos, sempre em TU.

13: décimos de segundo, já com a correção da Equação Pessoal (39), deixando 14 e 15 livres.

16: letra do catálogo estelar, conforme abaixo:

Sendo a estrela de 4 algarismos: R (Rob. Zod. Cat. — ZC) 20-23

Sendo a estrela de 5 algarismos: X (USNO refer.) 19-23

Sendo a estrela de 6 algarismos: S (Smiths. A. Observ.) 18-23.

17-19: Preencher zona de declinação do cat. BD ou AGK3, caso tiver.

24-28: Código da estação caso tiver, de preferência do USNO. Não tendo código designado, deixar em branco.

31-32 e 33-34: Idem para observador e *recorder*. Se os códigos acima forem iguais para todo o formulário, não precisam ser repetidos.

35: Código do tipo de fenômeno:

desapar. limbo escuro 1.	reapar. umbra eclipse 6.
reapar. limbo escuro 2.	blink = desapar. momentâneo 7.
desapar. limbo brilhante 3.	flash = reapar. momentâneo 8.
reapar. limbo brilhante 4.	miss = não houve ocultação 9.
desapar. na umbra eclipse 5.	outro: especifique no verso 10.

36-37: Escolher o método de cronometragem (MR) abaixo; sendo um só, colocar na coluna 36:

P fotoelétrico	X cronógrafo
K "Keytapping"	T fita cassete
S cronômetro	C câmera e relógio
E olho e ouvido	O outro (especifique)

38: Fonte de Hora Certa (standard) MT

R sinal de rádio	T hora falada telefônica
C relógio ajustado a rádio	O outro (especifique)
M outro meio ligado a sinal	

DAY	TIME-UT H	M	S	D	P	AC	USNO REF NO	D V	MAX MAG	SP	PCT SNLT	ELG	SN AL	MN AL	MN AZ	CA	PA	VA	WA	LONG LIB	LAT LIB	A M/D	B M/D	C S/K	DM REF NO	SAO REF NO	HA H / //	DECL. D / //	RT. ASC. H M S
JULY																		JULY											JULY
7/23	24	02/D		5		X16296	56	8.6	K5	22+	56		18	285	28N	51	295	31	2.5	1.7	-2.5	6.3	1.6	+06	2364	118534	671340	60655	105039.6
11/23	41	34/DL		3		1970	38	6.2	A0	59+	100		59	278	55N	75	327	55	-2.1	6.1	-3.1	2.0	1.0	-15	3735	158147	315754	-154304	134501.8
13/01	08	28/D		2		2084	37	6.5	A0	69+	112		51	265	66N	82	341	64	-3.5	6.6	-2.1	1.3	1.1	-19	3903	182676	422531	-202349	143416.3
15/03	43	02/D		2		G00019	76	6.4	GC	86+	136		39	254	35N	39	301	30	-5.4	6.6	-0.2	3.5	0.8	M	0004	000000	555640	-262941	162303.2
ABOVE PREDICTION IS FOR CENTER OF GALACTIC NEBULAR OBJECT M 4, DIAMETER 14.0 ARCMIN, APPROX. TIME TO OCCULT = 54.7 MINUTES.																													
15/06	30	58/DO		2		2366	89	1.2	+++	85+	137		5	243	27N	31	278	22	-5.6	6.4	1.3	2.8	0.2	-2611359	184415	963611	-262446	162847.6
15/21	36	37/D		3		2470	76	6.1	B9	91+	146		47	107	72S	105	200	100	-4.3	6.1	-1.3	-1.3	-0.9	-2711516	185142	-470613	-274509	171147.6
22/01	51	31/R		3		3367	96	6.4	G5	86-	136		26	84	42N	294	47	315	-1.0	-2.0	-1.3	-2.5	-1.2	-05	5894	146404	-633257	-45150	225646.4
25/03	12	50/R		2		0233	86	6.2	B9	54-	95		4	73	16S	174	289	195	2.5	-6.0	1.0	3.8	-0.7	+13	0240	092530	-794957	143636	13513.6
25/07	04	10/R		14		0251	86	7.6	K0	53-	93		45	33	3S	162	310	182	2.1	-6.5	2.5	5.6	-1.7	+15	0251	092588	-233033	154340	14153.8
0251 DISTANCE TO SMOOTH-MOON TERMINATOR = 44.4 ARC SEC., DISTANCE TO POSSIBLE 3-KM SUNLIT PEAK = 0.0 ARC SEC.																													
26/04	48	21/R		2		X03437	66	8.1	G5	42-	81		10	63	54S	217	336	235	3.5	-6.8	0.1	0.9	-1.0	+19	0371	075439	-691756	202337	23254.5
27/08	09	10/R		13		X04689	86	8.8	A3	30-	66		32	37	7S	176	318	190	4.2	-7.3	1.7	4.5	-2.2	+24	0526	076047	-342128	250728	33830.0
27/09	05	21/RJ		22		0529	89	6.2	A0	30-	66	-9	38	24	-1S	168	324	182	4.0	-7.4	3.5	7.6	-3.8	+24	0529	076073	-204119	251752	34008.9
29/08	08	56/R		5		X07352	86	8.0	A2	12-	41		11	53	87S	271	34	273	5.7	-6.4	-0.9	-0.8	-1.0	+28	0849	077397	-630502	282713	54058.7
30/08	51	37/DX		7		1035	97	6.8	K0	6-	28		8	56	6N	7	128	4	6.1	-5.4	4.5	8.9	-4.2	+27	1219	078710	-672510	274111	64455.4
30/09	02	51/RX		14		1035	98	6.8	K0	6-	28	-10	10	54	25N	348	110	345	6.0	-5.5	**********			+27	1219	078710	-643339	274111	64455.4
AUGUST																		AUGUST											AUGUST
4/22	33	16/D		2		1635	79	5.4	K5	10+	37		12	278	31S	175	61	154	1.6	2.7	0.0	-3.0	0.9	+02	2409	118764	753458	20408	111644.9
5/21	25	52/D		2		1731	57	7.7	M0	16+	48	-9	39	285	73S	133	16	111	0.7	3.9	-1.2	-1.1	1.0	-02	3446	138520	491013	-31552	115842.3
5/22	45	45/D		3		X17937	56	8.7	G5	17+	48		21	275	87S	119	6	97	0.5	4.0	-0.7	-0.3	1.1	-02	3450	138535	684329	-33052	120036.5
7/00	06	00/D		4		X18768	47	8.1	G5	25+	60		14	266	88S	117	6	95	-0.9	5.1	-0.5	-0.2	1.1	-08	3423	138958	783625	-91524	124528.4
9/21	44	16/D		22		X20839	46	8.0	M0	52+	92		79	268	4S	192	100	176	-3.9	6.9	**********			-2210778	183079	122456	-224840	145955.1
X20839 DISTANCE TO SMOOTH-MOON TERMINATOR = 59.4 ARC SEC., DISTANCE TO POSSIBLE 3-KM SUNLIT PEAK = 2.0 ARC SEC.																													
10/00	30	07/D		5		2152	26	8.0	B9	53+	93		42	259	74S	121	21	106	-4.5	6.9	-1.8	-0.6	1.1	-2210823	183155	524725	-225834	150441.2
10/02	29	58/D		4		2163	26	7.9	M2	53+	94		16	251	88N	103	354	87	-4.8	6.8	-0.4	0.4	1.1	-2210852	183210	815708	-230148	150817.2
11/01	41	50/DW		4		2287	49	3.0	B2	63+	104		37	254	29S	161	61	149	-5.6	6.8	-3.4	-5.2	1.4	-2511228	183987	582556	-260517	155814.3
11/02	09	02/RW		4		2287	48	3.0	B2	63+	104		31	252	-12S	202	100	191	-5.6	6.8	1.3	6.3	0.5	-2511228	183987	650924	-260517	155814.3
11/03	37	23/D		2		2298	29	5.1	K0	63+	105		13	247	76N	86	337	74	-5.8	6.7	-0.1	0.9	1.0	-2511295	184068	861255	-255024	160243.8
12/21	50	34/DV		2		2554	59	4.4	F8	80+	127		67	108	54N	52	135	50	-5.5	5.9	-3.1	1.9	-0.6	-2711930	185755	-244709	-274949	174656.1
ABOVE STAR 2554 IS A VARIABLE STAR -- MINIMUM MAGNITUDE = 5.0.																													
13/20	58	34/DX		2		2721	69	3.3	B8	88+	139	-2	44	106	55S	116	212	119	-5.2	4.9	-1.0	-1.8	-0.9	-2713170	187239	-512220	-270014	184502.5
13/22	12	34/RX		2		2721	66	3.3	B8	88+	139		60	105	-71S	242	331	246	-5.5	5.0	-2.5	0.8	-0.7	-2713170	187239	-324922	-270014	184502.5
14/01	18	00/D		5		2740	66	6.3	G5	88+	140		79	249	84S	87	14	91	-6.2	4.9	-2.7	0.4	0.3	-2613562	187388	115838	-263954	185151.7
14/03	10	45/DY		2		2750	69	2.1	B3	89+	141		54	256	73N	64	330	68	-6.6	4.7	-1.3	1.6	0.7	-2613595	187448	393113	-261843	185439.3
14/04	23	29/RY		1		2750	69	2.1	B3	89+	141		38	254	-81S	251	152	256	-6.7	4.6	-0.8	1.3	0.8	-2613595	187448	574455	-261843	185439.3
POSSIBLE LUNAR ECLIPSE -- SPECIAL MAGNITUDE LIMITS CALCULATED.																													
17/02	37	01/RC		2		X30031	96	8.8	K0	0E	180		78	43	79U	234	13	252	-3.7	0.1	-2.0	1.4	-0.3	-14	6116	164626	-83113	-134320	214446.7
17/03	11	21/DA		3		X30067	97	8.0	F0	0E	180		80	3	32U	26	203	44	-3.8	0.0	-1.2	2.6	-0.2	-13	6018	164652	-2701	-131005	214655.5
17/04	24	35/RA		3		X30067	97	8.0	F0	47E	180		70	297	62U	254	132	272	-4.1	-0.1	-2.3	1.0	0.3	-13	6018	164652	175626	-131005	214655.5

OCCULTATION OBSERVATIONS

PLACE NAME OBSERVATÓRIO ASTRONÔMICO ORION-CAMPINAS

ADDRESS RUA JOAQUIM DE PAULA SOUZA;1168;Jd.Proença;CEP:13095 - BRASIL

TELESCOPES and POSITIONS

	Type	Aperture	Focal length	Mounting	Driving	Longitude ° ' "		Latitude ° ' "		Height m	Geodetic datum
a	RNCO( )	06 cm	90 cm	E/W	D/M	47 01 54 9	E W	-22 55 00 8	N S	696	CÓRREGO ALEGRE
b	RNCO( )	08 cm	1200 cm	E/W	D/M	47 03 27 2	E W	-22 52 30 5	N S	644	-MG
c	RNCO( )	cm	cm	E/A	D/M		E W		N S		

No.	Date and Time (UTC) Yr	Mth	Day	Hr	Min	Seconds	Star Name Ct	Decl	No.	Station	Tel	Obs	Rec	Ph	MR	MT	PE A	PE B	Accur	Ce	S/N	X	Sky St	Sky Tr	C	Temp	G	T	O	R
1	89	05	16	00	08	51.1	R	-02	1744	SJ	39			1	S	T	E		01	3			33		12	0		a	a	a
2	89	08	1	10	14	15	32	R	-25	22	2872	SJ	39			1	S	T	E		01	1			11		21	4		a	a	a
3	89	08	13	20	58	29.1	R	-27	22	721						1	S	T	E		01	1			11		72	0		b	a	a
4	89	08	13	21	23	38.0	R	-27	22	721						4	S	T	E		01	1			11		71	7		b	a	a
5	89	08	14	03	10	44.6	R	-26	27	50	SJ	39				1	S	T	E		01	1			11		71	3		a	aa	
6	89	08	17	03	11	27.1	X	-13	00	67						5	S	T	E		01	1			11		41	7		b	aa	
7	89	12	01	23	07	36.1	R	-24	28	36	SJ	39				1	S	T	E		01	1			11		72	1		a	aa	
8	89	12	06	22	54	30.1	R	+00	34	944	SJ	39				1	S	T	E		01	1			11		72	4		a	aa	
9																																
10																																
11																																
12																																
13																																
14																																
15																																
16																																
17																																
18																																
19																																
20																																

PLEASE RETURN THIS FORM TO: International Lunar Occultation Centre
Astronomical Division
Hydrographic Department
Tsukiji-5, Chuo-ku
Tokyo, 104 Japan

MORE FORMS REQUIRED?

YES / NO

OBSERVERS and RECORDERS

a PAULO SERGIO BRETONES b _____ c _____

d _____ e _____ f _____

No.	COMMENTS	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6	LUNAR ECLIPSE																	
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

S3: R = idem para o *recorder* (verso do formulário).

56-72: Deixar em branco, para uso do ILOC.

VERSO DO FORMULÁRIO:

a — f: anote nomes dos observadores e/ou recorders.

1-20: lugar para comentários, em inglês ou japonês (!), caso for necessário.

VI. *Endereços úteis*

USNO — UNITED STATES NAVAL OBSERVATORY
Washington, D.C. 20390 — USA

ILOC — INTERNATIONAL LUNAR OCCULTATION CENTER
Geodesy and Geophysics Division
Hydrographic Department
Tsukiji — 5, Chuo-Ku, Tokyo, 104 Japan

IOTA — INTERNATIONAL OCCULTATION TIMING ASSOCIATION
1177 Collins — Topeka, Kans. 66604 — USA

À guisa de programa de observação

Poderíamos ir mais longe mas limitemo-nos ao que é dado observar nas seguintes regiões lunares:

Vale dos Alpes — também conhecido como "brecha do meteorito", garganta profunda, reta, de 130 km de extensão, entre *Platão* e *Cassini*. Fácil de observar com pequeno instrumento.

Muro Reto — ou a "Espada na Lua" — Grande depressão no *"mar das Nuvens"*, resultante de uma falha, longa de 120 km e com cerca de 500 metros de desnível. Fácil de observar e desenhar.

Copérnico — Circo isolado em meio a vasta planície. Diâmetro: 90 km. Paredões: 3.660 mm. Aspecto aparentemente circular mas na realidade um hexágono equilateral quase perfeito. Cinco brilhantes montanhas encontram-se no interior.

Clavius — Uma das maiores formações circulares. Diâmetro: 228 km pelo menos. Paredões altíssimos: 5.100 m. Muralha com inúmeros picos. Várias e importantes crateras no interior.

Ticho — Circo de forma bastante regular. Diâmetro: 80 km. Paredões de grande porte: 5.700 m. Pico central de 1.500 m. Quando da "Lua Cheia" e o ponto de origem do sistema de raias que leva o seu nome e que ocupa quase a metade do disco da *Lua.*

Fracastor — Circo semi-destruído, invadido sem dúvida por materiais oriundos do *"mar do Néctar"* que lhe fica próximo. Ausência — ou quase — de paredões; com vestígios pouco elevados de maciço central. Diâmetro respeitável: 100 km.

Ranhura de Hyginus — Grande falha, verdadeiro "cañon", em forma de acento circunflexo, com a cratera *"Hyginus"* no centro. Prolongamento através de pequenas crateras. Aspecto fácil de reproduzir pelo desenho.

Vale de Schröeter — Falha em forma de W, estendendo-se por cerca de 200 km, entre *Heródoto* e *Aristarco,* em meio a sítio montanhoso com forma de losango e de cor amarelada.

Golfo dos Íris e "Cabeça da Mulher da Lua" — Trata-se do *promontório das Heráclidas* que toma por vezes, à certa altura da lunação, o aspecto insólito de cabeça de mulher, também conhecida como "Rainha de mar nunca navegado". Observá-lo por volta do 10.º ao 11.º dia da lunação. Trata-se de uma observação não muito freqüente, já que por vezes a "cabeça de mulher" parece jovem e bonita enquanto que em outras lembra a de uma bruxa, com o queixo proeminente, aspecto ocasionado pela libração no momento da observação. Deve-se a *Cassini* a primeira menção quanto ao aspecto verdadeiramente curioso dessa região lunar.

* * *

Publicamos, há algum tempo, pequeno opúsculo, *"Um Programa de Observação Lunar"*, em que focalizamos o patrulhamento de diversas regiões de interesse, e destinado a fomentar o uso de pequenos instrumentos. Cerca de 20 formações vêem-se focalizadas, constituindo sem dúvida ponto de partida de programa de trabalho mais avançado.

Nota importante — Reduzido em decorrência de diversos fatores, o presente capítulo abarcou senão em parte o que poderia ser ventilado a respeito da Lua. Mereceria por certo maior desenvolvimento de nossa parte uma vez que a *Selenografia* — ramo da Astronomia que trata de nosso satélite — é por demais ampla para ser abarcada através de poucas páginas. Aliás, ao falar da Lua, ao se elaborar qualquer trabalho sobre a companheira cósmica da Terra, faz-se indispensável mencionar a participação de *RUBENS DE AZEVEDO*, a maior autoridade nacional em questões selenográficas. Autor de inúmeros trabalhos sobre nosso satélite — *"SELENE, A LUA AO ALCANCE DE TODOS"*, *"LUA, DEGRAU PARA O INFINITO"*, inúmeras monografias e artigos, e, principalmente, de uma *"CARTA SELENOGRÁFICA"*, o único mapa lunar elaborado no Brasil por estudioso e observador de longo curso, fundador de diversas associações astronômicas (SBAA, UBA, SBS), membro ativo de não poucas (Observatório do Capricórnio, junto ao qual trabalhou durante cerca de 15 anos, SIB, APA etc). Foi membro ativo do célebre LION (Lunar International Observes, Network), criado pela NASA para assessorar as missões "Apollo" durante as explorações lunares.

O leitor desejoso de aprofundar seus conhecimentos acerca dos problemas, programas de trabalho que envolvem a observação lunar, encontrará nas obras citadas a orientação segura, os comentários abalizados que irão complementar, sem dúvida nenhuma, as lacunas e omissões que viram registradas no presente capítulo.

Atualmente em Fortaleza, Ceará, Presidente de Honra da SBAA, entidade que fundou em 1947, *Rubens de Azevedo* orienta os programas de trabalho e a implantação de observatório astronômico na UECE — Universidade Estadual do Ceará, sendo, outrossim e afora outras funções, Coordenador da "Seção Selenográfica" da UBA — União Brasileira de Astronomia, que fundou em 1970.

3

A OBSERVAÇÃO DO SOL

Sendo o Sol sede permanente de fenômenos espetaculares parece evidente que o seu registro tenha sido de ordem a atrair a atenção do observador. Inútil realçar o fato de que a observação do Sol é facílima e ao alcance de todo e qualquer pequeno instrumento, sem contar com o fato de poder ser ela efetuada em pleno dia, todos os dias. Afora a ocorrência de mau tempo, não existe para a observação solar nenhum empecilho de ordem astronômica, como ocorre, via de regra, com os demais corpos celestes.

Mais ainda: dentro de determinados parâmetros, é ela acessível a todos, não só por parte do amador zeloso de preencher um trabalho válido, mas também quando realizado por agrupamentos, alunos nas escolas etc, que mediante demonstrações em conjunto, precisam conhecer as particularidades reveladas pelo astro do dia.

Nesse particular, como já acenado, é a observação do Sol talvez a mais econômica, a que menos necessita de instrumental potente uma vez que a abundância de luz constitui o fator mais favorável à sua observação. A mais simples luneta astronômica, limitada na observação de outros objetos celestes, permite dar uma idéia bastante válida e con-

sistente da fotosfera solar e se esta tiver manchas, sobretudo de médio e grande porte, esse rendimento, esse comportamento são indiscutíveis.

As etapas da observação solar

Antes, porém, de recorrermos a um instrumento, registre-se o seguinte: quanto à observação *visual*, a olho nu, só é possível observar-se o astro do dia em duas circunstâncias:

1 — Durante uns poucos momentos apenas, quando *do nascer ou pôr do Sol,* em virtude da quase total absorção de sua luz e calor pela atmosfera terrestre. Dizemos "quase" e é por isso que não se recomenda fixar o astro por muito tempo;

2 — quando da ocorrência de névoa ou, melhor ainda, *de nevoeiro suficientemente espesso*. Nessas ocasiões o brilhante disco solar vê-se sensivelmente atenuado o que permite, quando existentes, a observação das manchas solares.

Em ambos os casos, há que se evitar qualquer tentativa de alongar em demasia a observação, desviando-se de pronto o olhar ao menor aumento do ofuscamento luminoso. Não será exagerado lembrar que a temível radiação infravermelha está sempre presente. Assim sendo, todo cuidado é pouco.

Outra maneira, mais eficiente mas mesmo assim não de todo isenta de riscos, é a utilização de um vidro negro, geralmente empregado pelos soldadores elétricos. Recomenda-se, outrossim, aumentar-lhe a eficiência passando-o repetidamente sobre a chama de uma vela a fim de aumentar a camada protetora. A ocular solar, que acompanha geralmente todos os pequenos refratores vendidos no comércio, presta-se igualmente muito bem, oferecendo, outrossim, menos risco que quando utilizada com o instrumento.

As manchas solares e suas dimensões

Como já visto, as manchas solares podem alcançar dimensões grandiosas. Nessas ocasiões podem ser elas visualizadas como pequenos pontos negros em meio ao resplandecente disco da fotosfera. O limite

mínimo em tamanho para que tal ocorra é da ordem de 36.000 km, o que equivale, em grandes linhas, a um diâmetro angular da ordem de 50" de arco. É claro que tal possibilidade é mais freqüente quando da ocorrência do "máximo". Aliás, quando da recompilação do presente trabalho (1981) tivemos oportunidade de visualizar bom número de manchas, de grandes dimensões, muito bem destacadas sobre o disco do Sol.

A luneta, ou o telescópio, na observação solar

Mas é com um instrumento que o procedimento é mais correto. São três os processos geralmente acessíveis ao amador. Vamos a eles:

1 — *Por projeção.* Trata-se de um método absolutamente sem risco e que tem a grande vantagem de poder ser realizado *em grupo,* por numerosos observadores e interessados.

2 — *Observação direta,* mediante instrumento dotado de "ocular solar" (vidro negro). Tal processo, quando realizado com dispositivo inseguro, é pouco recomendável pelos riscos que apresenta.

3 — *Observação direta,* com um instrumento equipado de "helioscópio" dito de Herschel. Trata-se de um processo seguro e sem o menor risco para a retina do observador.

A observação pelo método de projeção

É o método que permite com facilidade determinar as dimensões de uma mancha ou mesmo de um agrupamento de manchas, sobretudo quando se encontram nas regiões centrais do disco. Nessas ocasiões, um erro de 10.000 km não é excessivo. Para tanto, há que se prover de um gabarito semelhante àquele que incluímos no presente capítulo (p. 222) e que é de ordem a atender, numa escala aproximada, a finalidade. Pode, então, o observador avaliar as dimensões do grupo ou da mancha existente no Sol e, melhor ainda, compará-las com as da Terra. O único cuidado a ser tomado é de projetar-se uma imagem solar de modo a inseri-la o mais exatamente possível dentro do citado gabarito.

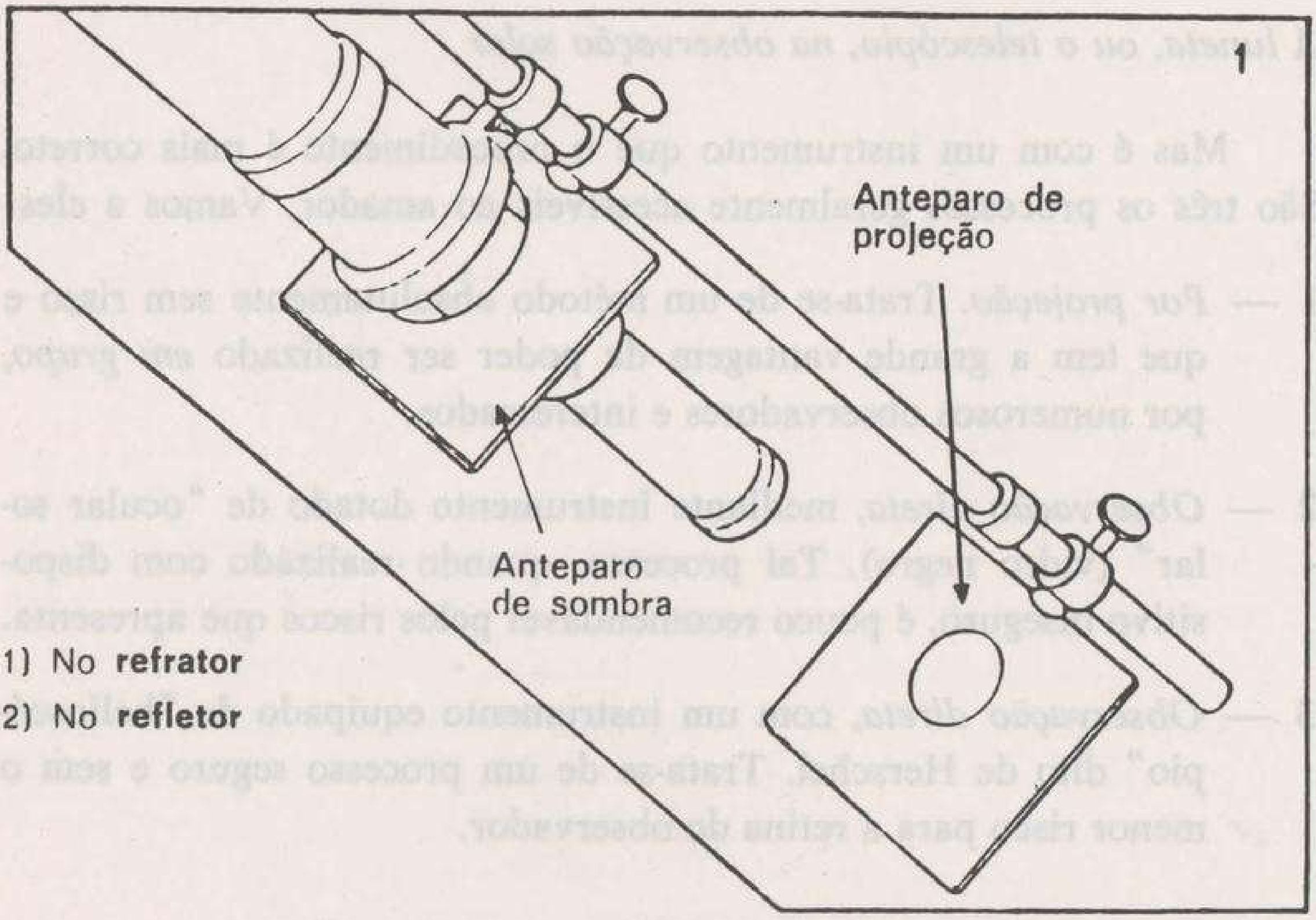
Claro é que nessa altura o interessado deverá ter-se provido de um suporte apropriado. Nos pequenos refratores adquiridos no comércio, esse acessório acompanha geralmente o instrumento; com refletores caseiros, há que recorrer a um sistema de presilhas combinado a uma haste à qual foi fixada uma prancheta de projeção.

EQUIPAMENTO PARA PROJEÇÃO

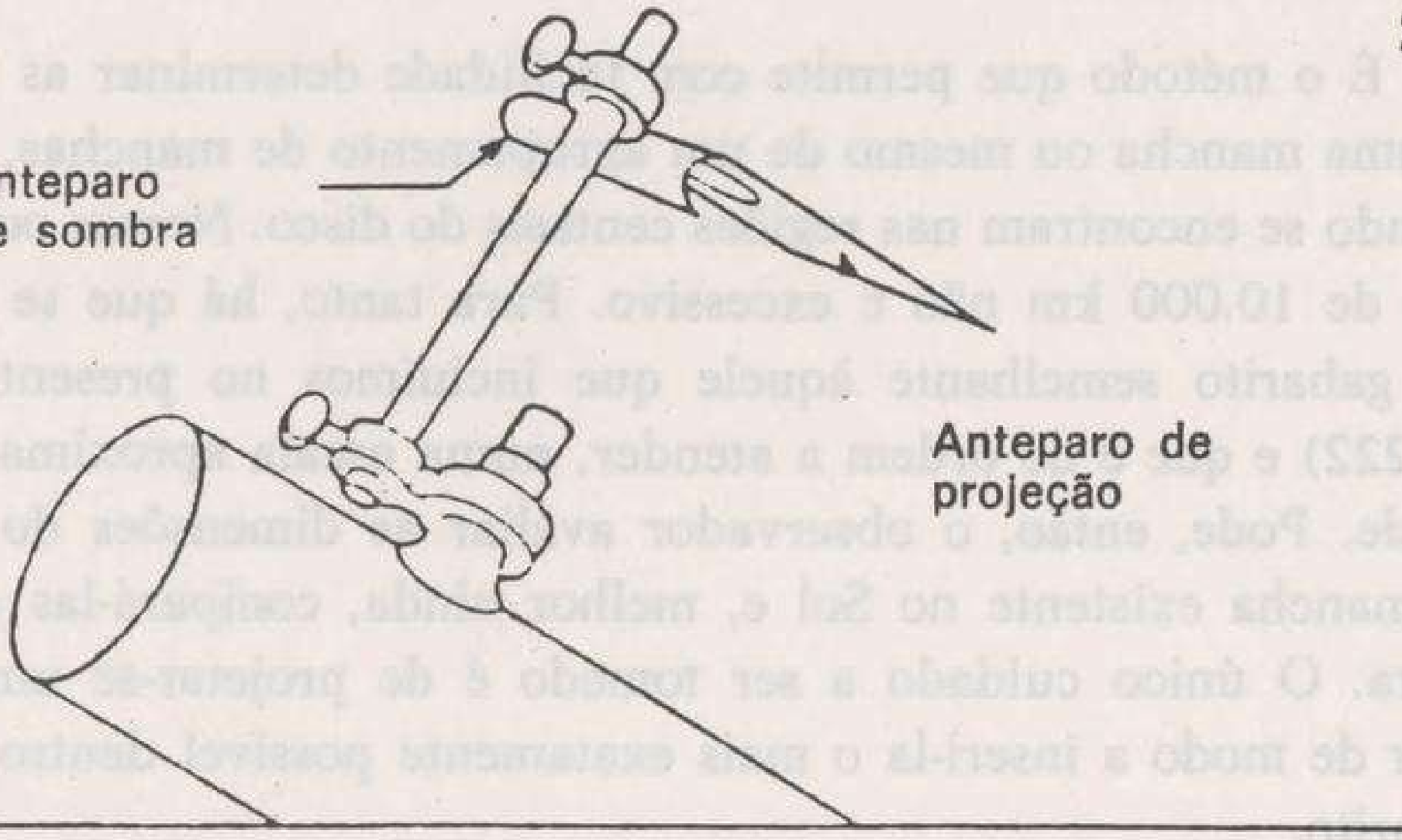
1) No **refrator**

2) No **refletor**

1



2



Tal sistema, fora de dúvida, abre perspectivas excepcionais para o observador solar que desejar explorar ao máximo esse tipo de trabalho. Vejamos porquê. Muito embora o refletor possa fornecer alguns bons resultados é inegável que cabe ao refrator um melhor rendimento. Isso se explica pelo fato de um refletor sofrer mais rapidamente os efeitos do aquecimento e de, outrossim, fornecer imagens mais sujeitas a deformações em sua maior parte devidas ao curto f/D que caracteriza esse tipo de aparelho, o que já vimos no capítulo dedicado aos instrumentos. Assim, se o interessado puder dispor, primeiro, de um refrator montado em equatorial e, segundo, souber dispô-lo de maneira a que a imagem projetada seja estudada num ambiente de semi-escuridão, os resultados serão inegavelmente superiores.

Tal sugestão nos leva a uma possibilidade ainda mais eficiente pelos resultados que pode proporcionar. Para tanto, contudo, haverá que prover-se de um refrator instalado *horizontalmente* de maneira a receber o Sol mediante a reflexão de um espelho *plano*. Um dispositivo motor permitindo acompanhar o deslocamento do Sol fará com que a imagem do astro se veja constantemente projetada para a objetiva do refrator. Essa disposição, conhecida como *siderostato, heliostato* no caso de utilizar um espelho plano ou se com dois *celostato,* é inteiramente satisfatória muito embora — e aqui reside um de seus inconvenientes — exija espaço e recursos mecânicos e, evidentemente, ópticos. É que espelhos planos são via de regra difíceis de serem conseguidos.

Uma disposição dessa ordem permite ao observador entregar-se ao estudo do Sol em profundidade. O astro é mantido estático sobre a prancheta e com isso vêem-se facilitadas as diversas avaliações dele resultantes. Encontramo-nos presentemente empenhados na construção de semelhante dispositivo suscetível, como se pode ver, de proporcionar apreciáveis resultados na observação e no estudo do astro do dia.

A rotação do Sol e seu registro

Falamos há pouco de escala. Se colocarmos uma folha de papel branco na qual tivemos o cuidado de desenhar um círculo de 139 mm de diâmetro para uma luneta de pelo menos 50 mm de abertura, teremos os elementos básicos para a avaliação bastante aproximada das

dimensões de manchas e agrupamentos de manchas solares. É que com tal dimensão, 139 mm de diâmetro, 1 mm corresponderá a 10.000 km na superfície solar. Mantendo-se a folha de papel presa mediante percevejos, ou elásticos, perpendicularmente ao eixo óptico, caberá ao observador projetar uma imagem do Sol que preencha inteira e precisamente o disco desenhado. Constatará de pronto a necessidade de colocar um anteparo algo maior no tubo da luneta a fim de projetar uma sombra sobre o disco solar projetado e, por contraste, explorar melhor a imagem do astro.

Com esse dispositivo, o observador terá de pronto os meios de não só situar mas principalmente de *posicionar* as manchas solares eventualmente existentes. Entretanto, como *orientar* o disco e, assim fazendo, *compará-lo* com outros?

A incerteza pode tornar-se maior se a observação não ocorrer diariamente.

Duas possibilidades podem, então, ocorrer:

1 — Se o suporte ou anteparo adaptado ao tubo da luneta for deslocável, ou seja *orientável*, mediante borboleta de pressão, traçar uma tangente na borda superior do círculo esquematizando o Sol (segundo a figura). Feito isso, projete-se a imagem solar exatamente sobre esse círculo, focalizando-se esta última o mais corretamente possível. Dispondo-se ou não de movimento equatorial, deixar a imagem do astro deslocar-se por vários segundos sem acompanhá-la. Se esta distanciar-se da tangente previamente traçada, girar o suporte de modo a permitir que a imagem projetada siga exatamente essa tangente, centralizando de novo o disco e conseqüentemente a imagem solar projetada. Posicionar as manchas eventualmente existentes.

Supondo que se deseje evidenciar a rotação solar, utilizar o *mesmo* gabarito durante vários dias ponteando sucessivamente a posição de uma mancha ou agrupamento de grande porte ou, na falta deles, de uma outra qualquer. Obter-se-á assim, uma seqüência de posiciona-

mento que materializará com fidelidade a rotação do astro do dia. Esse deslocamento, note-se, tomará um aspecto correspondente ao posicionamento aparente (na realidade relativo à posição da Terra) do Sol durante o ano. Para tanto, *vide* desenho mostrando as diferentes posições (aparentes) do astro do dia nesse mesmo período.

2 — Pode ocorrer que o suporte do anteparo seja *fixo*, e que por isso não possa ser orientável. O processo é um pouco mais trabalhoso mas fornece o elemento desejado. Recorte-se uma série de quadrados de papel branco, de 15 x 15 cm, com círculos de 70 mm se a luneta tiver uns 50 mm, ou já nosso conhecido diâmetro de 139 mm numa série de papel branco de 30 x 30 cm se o instrumento for de maior abertura. Projete-se a imagem solar sobre o diâmetro utilizado, fixando-se a distância ocular-anteparo. Focalizar exatamente deixando-se a imagem projetada deslocar-se por 30 segundos. Traçar a linha tangente simultaneamente à borda da imagem com aquela do círculo desenhado. Circunscrever um quadrado formado por essa tangente e orientado segundo o deslocamento observado (*vide* figura). Pontear com lápis a posição das manchas observadas. Recortar o quadrado, colocando-se a data. Dispondo-se depois de alguns dias 6, 8 ou 10 desenhos, empilhá-los um sobre o outro, em ordem cronológica e segundo a mesma orientação. Identificar uma mancha de grande porte, ou pelo menos importante com relação às demais, que esteja presente em todas as observações realizadas, e com um alfinete perfurar essa mancha retirando em seguida o desenho superior. Assim fazendo, o último desenho da série apresentará uma seqüência de furos que materializarão a trajetória aparente da mancha durante uma semi-rotação solar, ou seja 13 dias. Poderá ser constatado, outrossim, que à medida que a mancha for se aproximando do limbo, ou seja do bordo solar, a perspectiva fará com que os furos se mostrem mais próximos uns dos outros. Mais ainda: ao se aproximarem ou mesmo ultrapassarem o meridiano central, os detalhes eventualmente existentes tendem a se acelerar, reduzindo em seguida sua velocidade de deslocamento, o que deve ser atribuído a uma ilusão de ordem geométrica.

EFEMÉRIDES PARA A OBSERVAÇÃO FÍSICA DO SOL

Janeiro			*Fevereiro*			*Março*			*Abril*			*Maio*			*Junho*		
Day	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0
1	+2	−3	1	−12	−6	1	−21	−7	1	−26	−7	1	−24	−4	1	−16	−1
2	+2	−3	2	−12	−6	2	−22	−7	2	−26	−7	2	−24	−4	2	−15	−1
3	+1	−3	3	−13	−6	3	−22	−7	3	−26	−6	3	−24	−4	3	−15	0
4	+1	−3	4	−13	−6	4	−22	−7	4	−26	−6	3	−24	−4	3	−15	0
5	0	−3	5	−14	−6	5	−22	−7	5	−26	−6	5	−24	−4	5	−14	0
6	0	−4	6	−14	−6	6	−23	−7	6	−26	−6	6	−23	−4	6	−14	0
7	−1	−4	7	−14	−6	7	−23	−7	7	−26	−6	7	−23	−4	7	−13	0
8	−1	−4	8	−15	−6	8	−23	−7	8	−26	−6	8	−23	−3	8	−13	0
9	−2	−4	9	−15	−7	9	−23	−7	9	−26	−6	9	−23	−3	9	−13	0
10	−2	−4	10	−15	−7	10	−23	−7	10	−26	−6	10	−22	−3	10	−12	0
11	−3	−4	11	−16	−7	11	−24	−7	11	−26	−6	11	−22	−3	11	−12	+1
12	−3	−4	12	−16	−7	12	−24	−7	12	−26	−6	12	−22	−3	12	−11	+1
13	−3	−4	13	−17	−7	13	−24	−7	13	−26	−6	13	−22	−3	13	−11	+1

14	−4	−4	14	−17	−7	14	−24	−7	14	−26	−6	14	−21	−3	14	−11	+1
15	−4	−5	15	−17	−7	15	−24	−7	15	−26	−6	15	−21	−3	15	−10	+1
16	−5	−5	16	−18	−7	16	−25	−7	16	−26	−6	16	−21	−3	16	−10	+1
17	−5	−5	17	−18	−7	17	−25	−7	17	−26	−5	17	−21	−2	17	−9	+1
18	−6	−5	18	−18	−7	18	−25	−7	18	−26	−5	18	−20	−2	18	−9	+1
19	−6	−5	19	−19	−7	19	−25	−7	19	−26	−5	19	−20	−2	19	−8	+1
20	−7	−5	20	−19	−7	20	−25	−7	20	−26	−5	20	−20	−2	20	−8	+2
21	−7	−5	21	−19	−7	21	−25	−7	21	−26	−5	21	−19	−2	21	−8	+2
22	−8	−5	22	−19	−7	22	−25	−7	22	−26	−5	22	−19	−2	22	−7	+2
23	−8	−5	23	−20	−7	23	−25	−7	23	−25	−5	23	−19	−2	23	−7	+2
24	−9	−5	24	−20	−7	24	−26	−7	24	−25	−5	24	−19	−2	24	−6	+2
25	−9	−5	25	−20	−7	25	−26	−7	25	−25	−5	25	−18	−2	25	−6	+2
26	−9	−6	26	−21	−7	26	−26	−7	26	−25	−5	26	−18	−1	26	−5	+2
27	−10	−6	27	−21	−7	27	−26	−7	27	−25	−5	27	−18	−1	27	−5	+2
28	−10	−6	28	−21	−7	28	−26	−7	28	−25	−4	28	−17	−1	28	−4	+3
29	−11	−6				29	−26	−7	29	−25	−4	29	−17	−1	29	−4	+3
30	−11	−6				30	−26	−7	30	−24	−4	30	−16	−1	30	−3	+3
31	−12	−6				31	−26	−7				31	−16	−1			

Julho			*Agosto*			*Setembro*			*Outubro*			*Novembro*			*Dezembro*		
Day	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0	*Day*	*P*	B_0
1	−3	+3	1	+11	+6	1	+21	+7	1	+26	+7	1	+25	+4	1	+16	+1
2	−3	+3	2	+11	+6	2	+21	+7	2	+26	+7	2	+25	+4	2	+16	+1
3	+2	+3	3	+11	+6	3	+21	+7	3	+26	+7	3	+24	+4	3	+16	0
4	−2	+3	4	+12	+6	4	+22	+7	4	+26	+7	4	+24	+4	4	+15	0
5	−1	+3	5	+12	+	5	+22	+7	5	+26	+7	5	+24	+4	5	+15	0
6	−1	+3	6	+13	+6	6	+22	+7	6	+26	+6	6	+24	+4	6	+14	0
7	0	+4	7	+13	+6	7	+22	+7	7	+26	+6	7	+24	+4	7	+14	0
8	0	+4	8	+13	+6	8	+23	+7	8	+26	+6	8	+23	+4	8	+14	0
9	+1	+4	9	+14	+6	9	+23	+7	9	+26	+6	9	+23	+4	9	+13	0
10	+1	+4	10	+14	+6	10	+23	+7	10	+26	+6	10	+23	+3	10	+13	0
11	+2	+4	11	+14	+6	11	+23	+7	11	+26	+6	11	+23	+3	11	+12	0
12	+2	+4	12	+15	+6	12	+23	+7	12	+26	+6	12	+22	+3	12	+12	−1
13	+2	+4	13	+15	+7	13	+24	+7	13	+26	+6	13	+22	+3	13	+11	−1
14	+3	+4	14	+15	+7	14	+24	+7	14	+26	+6	14	+22	+3	14	+11	−1
15	+3	+4	15	+16	+7	15	+24	+7	15	+26	+6	15	+22	+3	15	+11	−1
16	+4	+4	16	+16	+7	16	+24	+7	16	+26	+6	16	+21	+3	16	+10	−1
17	+4	+5	17	+16	+7	17	+24	+7	17	+26	+6	17	+21	+3	17	+10	−1

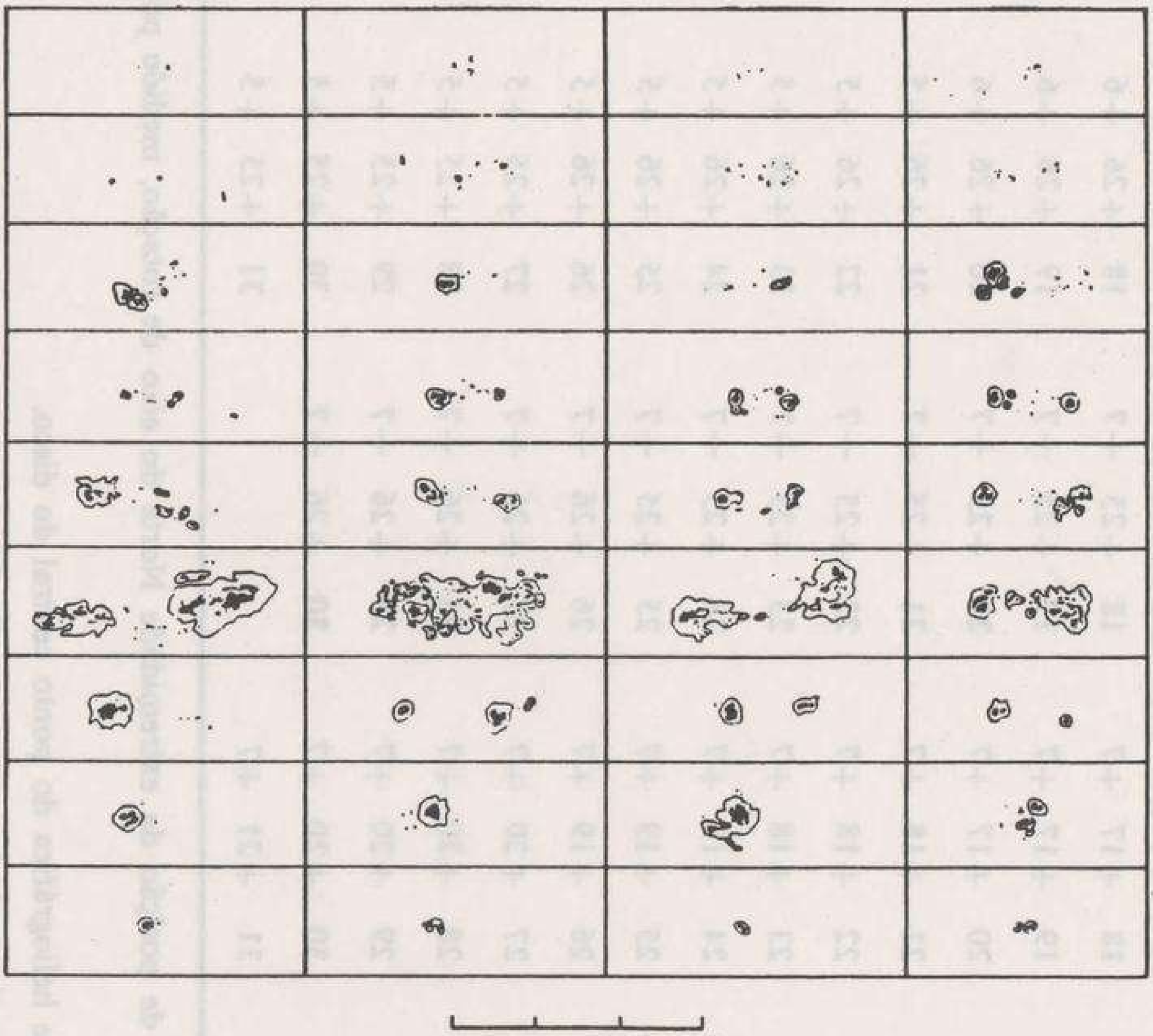
18	+5	+5	18	+17	+7	18	+25	+7	18	+26	+6	18	+21	+3	18	+9	−1
19	+5	+5	19	+17	+7	19	+25	+7	19	+26	+6	19	+20	+2	19	+9	−1
20	+6	+5	20	+17	+7	20	+25	+7	20	+26	+6	20	+20	+2	20	+8	−2
21	+6	+5	21	+18	+7	21	+25	+7	21	+26	+5	21	+20	+2	21	+8	−2
22	+6	+5	22	+18	+7	22	+25	+7	22	+26	+5	22	+20	+2	22	+7	−2
23	+7	+5	23	+18	+7	23	+25	+7	23	+26	+5	23	+19	+2	23	+7	−2
24	+7	+5	24	+19	+7	24	+25	+7	24	+26	+5	24	+19	+2	24	+6	−2
25	+8	+5	25	+19	+7	25	+25	+7	25	+26	+5	25	+19	+2	25	+6	−2
26	+8	+5	26	+19	+7	26	+26	+7	26	+26	+5	26	+18	+2	26	+5	−2
27	+9	+5	27	+20	+7	27	+26	+7	27	+25	+5	27	+18	+1	27	+5	−2
28	+9	+5	28	+20	+7	28	+26	+7	28	+25	+5	28	+18	+1	28	+4	−3
29	+9	+6	29	+20	+7	29	+26	+7	29	+25	+5	29	+17	+1	29	+4	−3
30	+10	+6	30	+20	+7	30	+26	+7	30	+25	+5	30	+17	+1	30	+3	−3
31	+10	+6	31	+21	+7				31	+25	+5				31	+3	−3

P indica o ângulo de posição da extremidade Norte do eixo de rotação, medido para LESTE a partir do porte NORTE do disco.

B_O indica a latitude heliográfica do ponto central do disco.

Nota: A não indicação (ref. *fevereiro*) do dia 29, que ocorre a cada 4 anos (ano bissexto) não afeta o posicionamento já que nessa época não ocorrem alterações sensíveis das coordenadas. Para tanto, comparar estas últimas nos dias anteriores e subseqüentes ao dia 28.

Classificação das Manchas Solares, segundo o Observatório Federal de Zurique (Suíça)



Nota: *Ao subtender 1' de arco, ou seja a sexagésima parte (1/60.ª) de 1º (1 grau), uma mancha solar passa a ser visível a olho nu. Suas dimensões alcançam cerca de 36.000 km nas proximidades do MC (meridiano central) do Sol.*

SISTEMA DE COORDENADAS HELIOGRÁFICAS

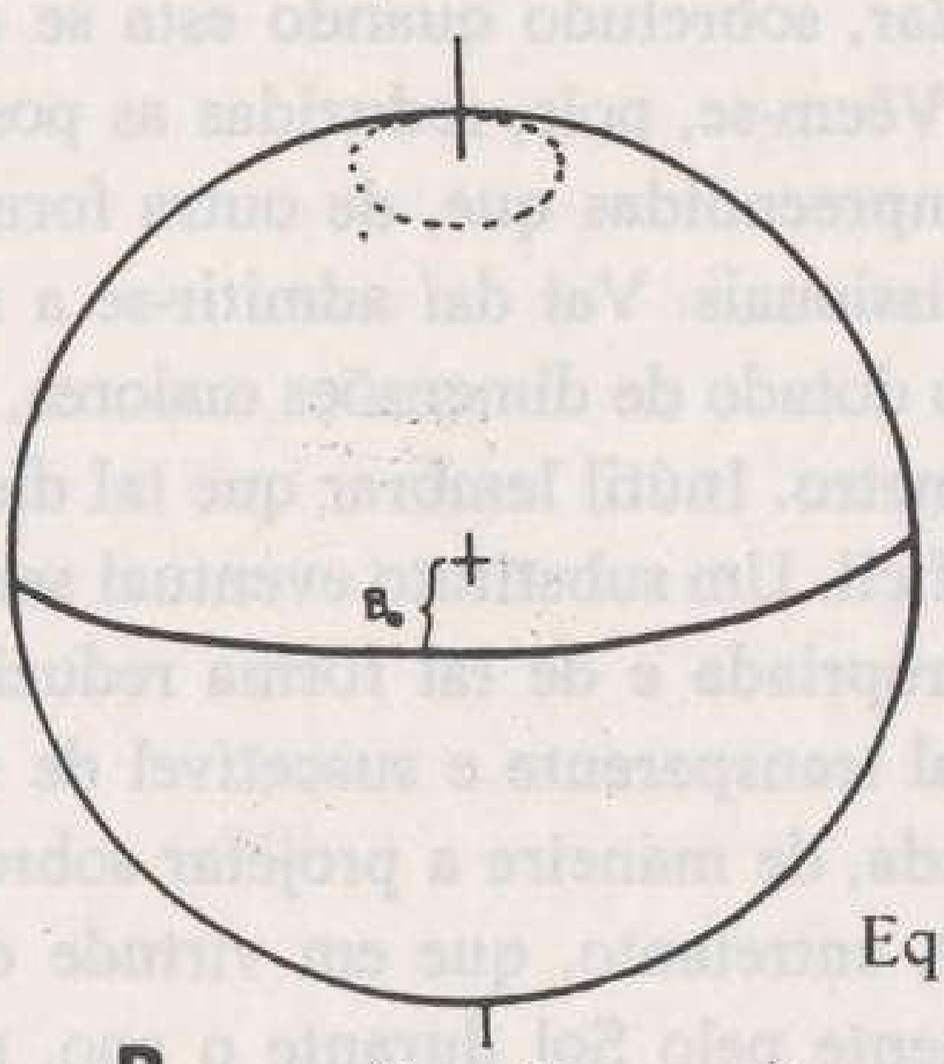


fig. 1a

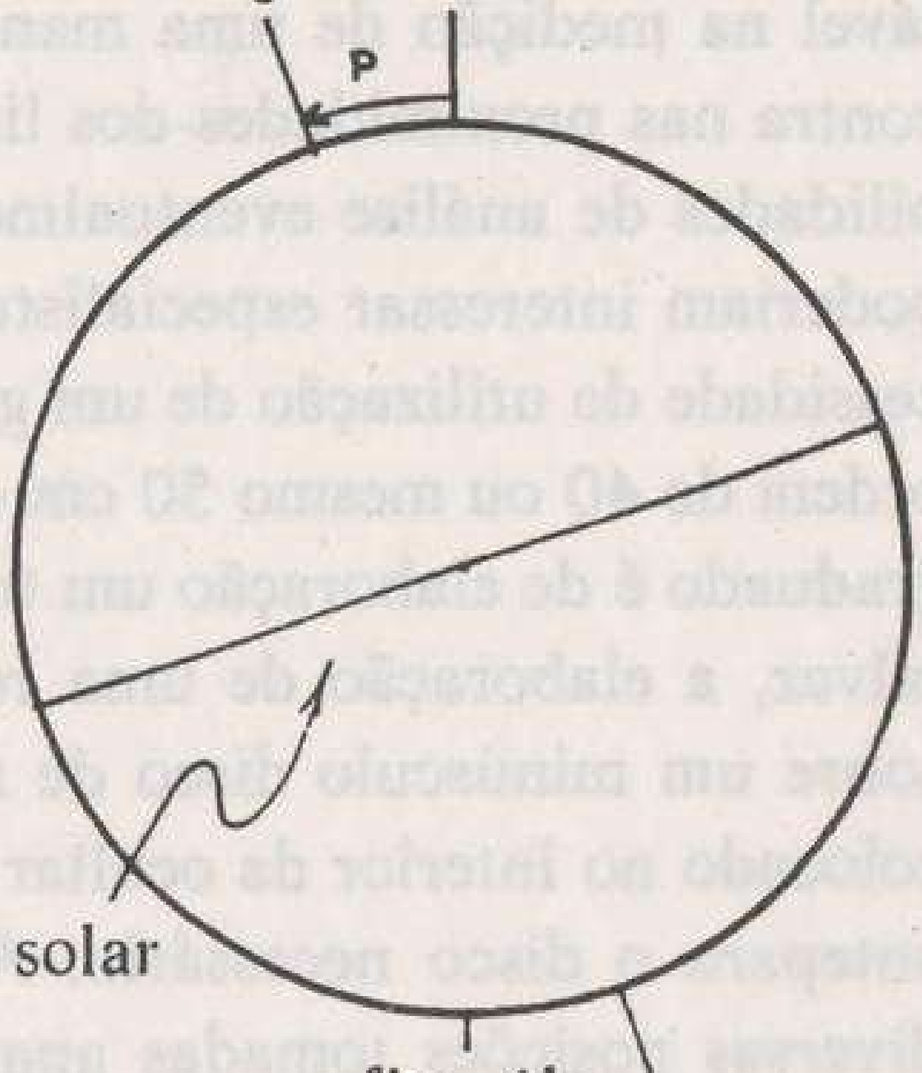


fig. 1b

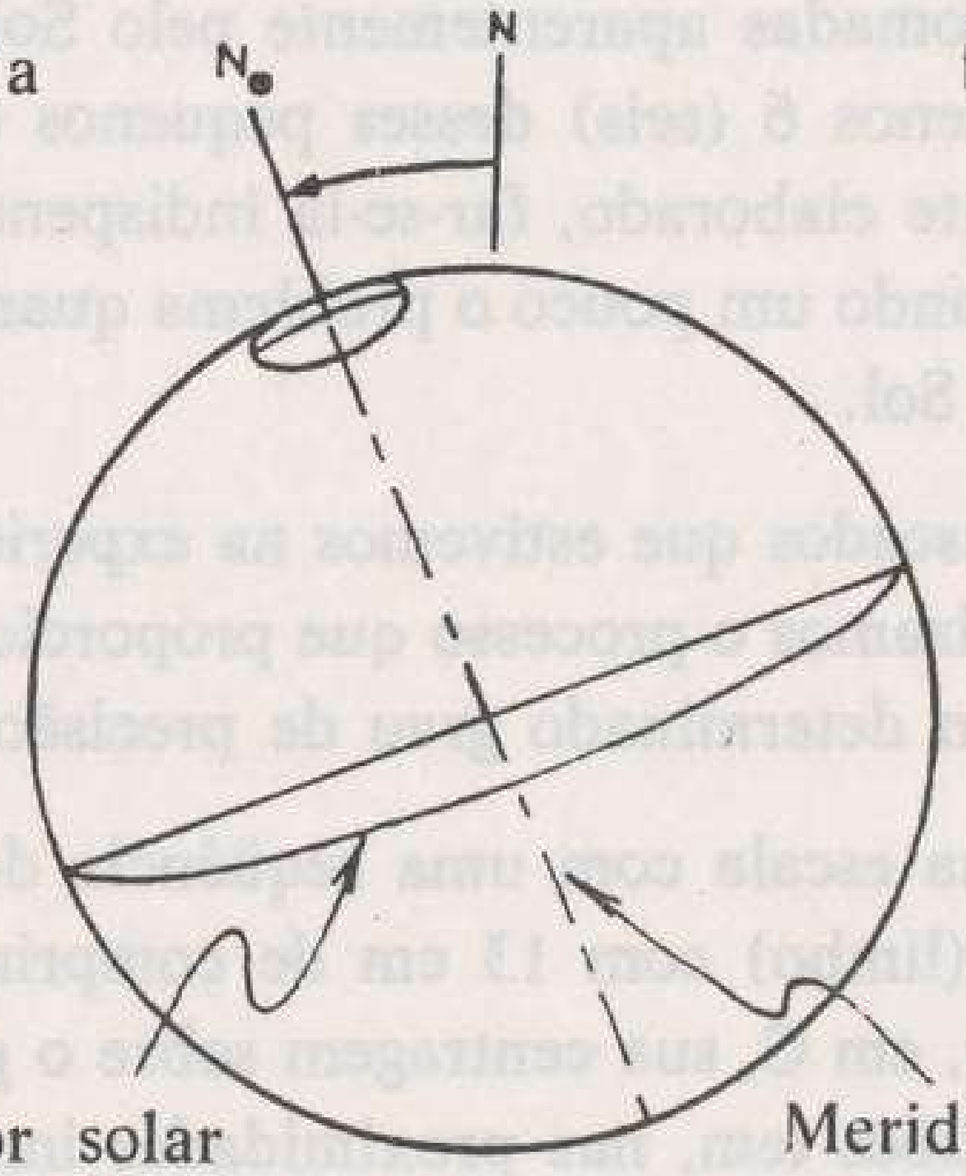


fig. 1c

Das três, as duas mais importantes para os programas usuais dizem respeito ao P e B_0.

Avaliação das dimensões das manchas

É relativamente comum o uso de disco com coordenadas para a projeção das imagens solares. Estes, via de regra, não têm dimensões maiores do que doze, ou talvez quinze centímetros de diâmetro. Quando tal acontece o engradado que os caracteriza, por ser excessivamente estreito, não é suficientemente válido para fornecer uma precisão aceitável na medição de uma mancha solar, sobretudo quando esta se encontra nas proximidades dos limbos. Vêem-se, pois, reduzidas as possibilidades de análise eventualmente empreendidas que, de outra forma, poderiam interessar especialistas profissionais. Vai daí admitir-se a necessidade de utilização de um gabarito dotado de dimensões maiores, da ordem de 40 ou mesmo 50 cm de diâmetro. Inútil lembrar que tal disco graduado é de elaboração um tanto difícil. Um substituto eventual seria, talvez, a elaboração de uma rede apropriada e de tal forma reduzida sobre um minúsculo disco de material transparente e suscetível de ser colocado no interior da ocultar utilizada, de maneira a projetar sobre o anteparo o disco necessário. A notar, entretanto, que em virtude das diversas posições tomadas aparentemente pelo Sol durante o ano, um número de pelo menos 6 (seis) desses pequenos discos, cada um dos quais diferentemente elaborado, far-se-ia indispensável. Como se pode ver, vai se complicando um pouco o problema quando se trata de explorar os aspectos do Sol.

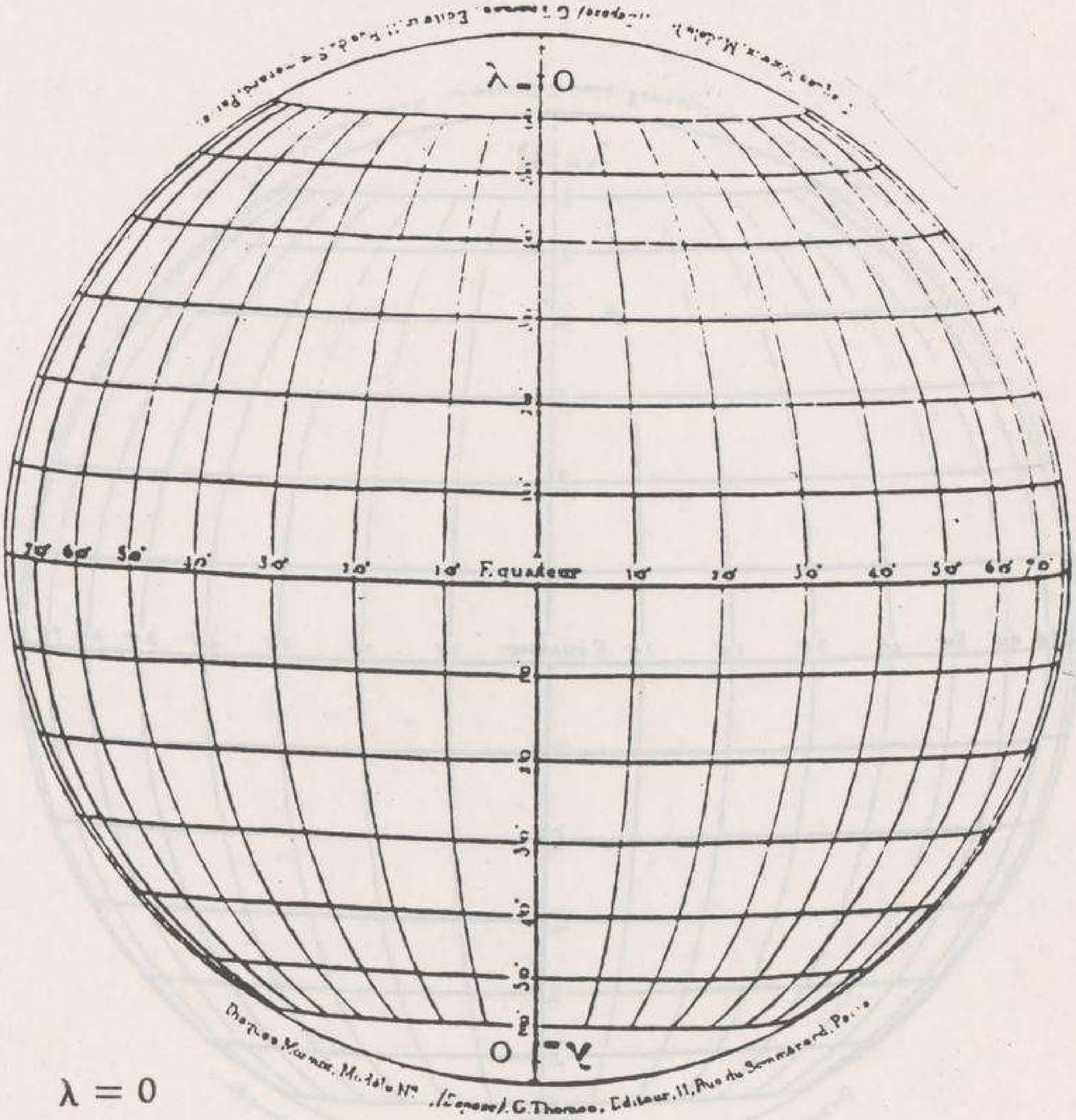
Entretanto, baseados que estivemos na experiência do colega francês, *P. Bourge,* utilizamos o processo que proporcionou resultados satisfatórios quando um determinado grau de precisão vê-se requerido.

Elabora-se uma escala com uma seqüência decrescente do centro (C) para o bordo (limbo) com 13 cm de comprimento e mais um de sobra para facilitar, em C, sua centragem sobre o gabarito de projeção Cada uma das divisões tem, nas proximidades imediatas do centro C 1 cm, com subdivisões de 1/2 e 1 mm em direção ao limbo. Representam, em escala, 100 mil, 50 mil e 5 mil km, respectivamente. Fácil é constatar que essa escala materializa um raio solar. Fixada no centro do gabarito de igual diâmetro, pode ela contornar exatamente esse gabarito e abarcar dessa forma toda e qualquer mancha eventualmente projetada. O observador tem, assim, com apreciável exatidão, o posi-

cionamento e as dimensões dessas manchas, bastando para tanto girar a escala graduada.

Torna-se também evidente que o grau de precisão e de nitidez vai aumentando à medida que, também, forem aumentando os recursos instrumentais. O pequeno refrator de 50 ou 60 mm proporcionará resultados naturalmente inferiores àqueles oferecidos por um de 75, 100 ou mais milímetros de abertura.

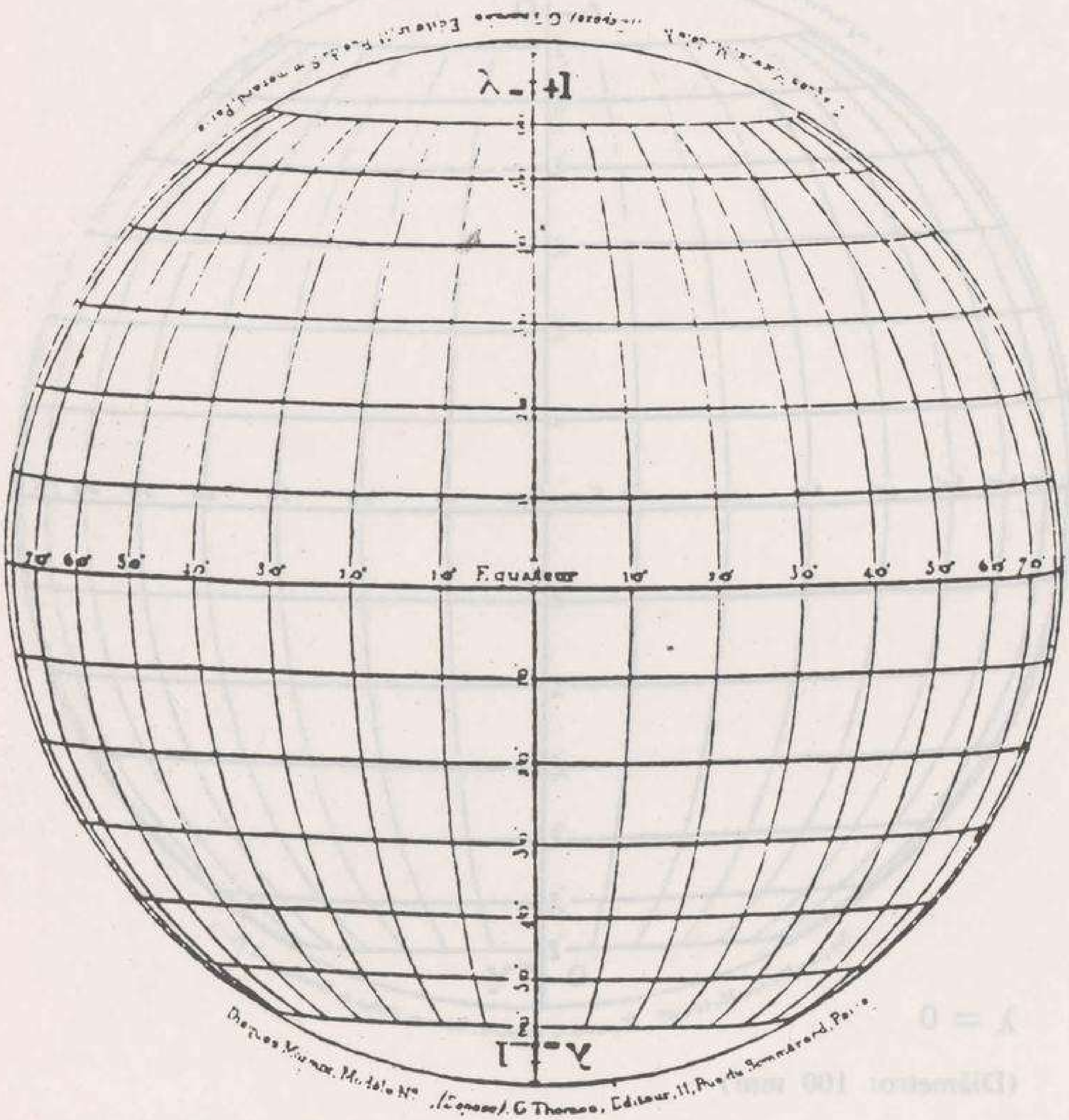
DISCOS DE PROJEÇÃO (Abade MOREUX)



(Diâmetro: 100 mm)

Nota: A letra λ = lambda corresponde à coordenada B_0, de 0 a 7, + ou −, indicada na Tabela de Efemérides anexa, e variável durante o ano.

Repare-se que na falta de um instrumento com abertura igual ou comparável às últimas mencionadas, serão talvez preferíveis gabaritos de menor diâmetro. Em épocas passadas, poucas décadas atrás para sermos mais exatos, utilizava-se a série de "discos solares Moreux", nome do abade que por longuíssimo tempo contribuiu para fazer da Astronomia uma área acessível ao observador. Seus discos solares, em número de 8 (oito), e com 10 cm de diâmetro, foram célebres já que permitiam a obtenção de dados e particularidades relativos às dimensões das manchas eventualmente existentes. E tudo isso facilitado gra-

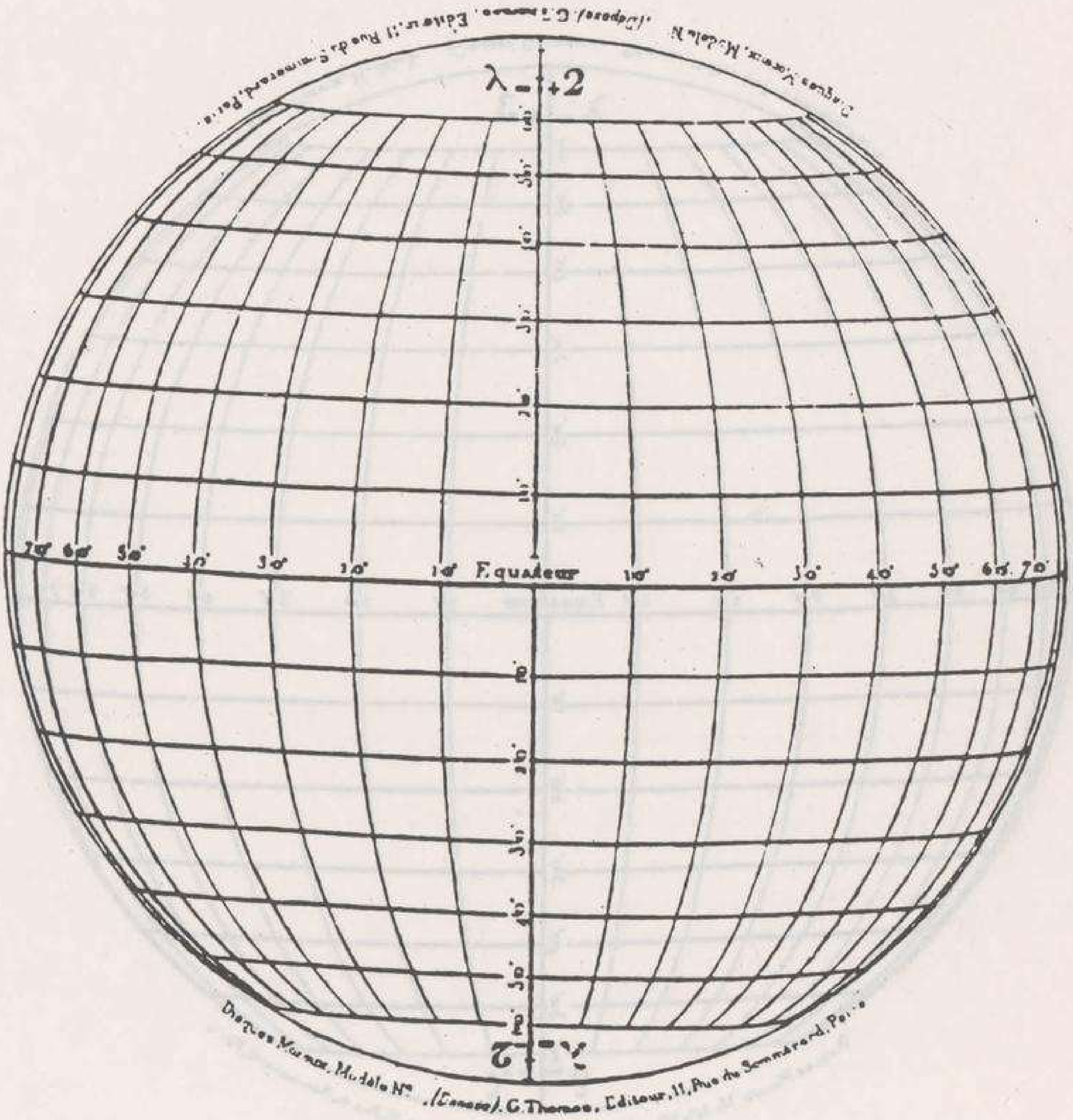


$\lambda = 1$

ças a uma tabela de coeficientes especialmente calculada para o diâmetro em apreço.

A OBSERVAÇÃO DO SOL PELO MÉTODO DE PROJEÇÃO — 1

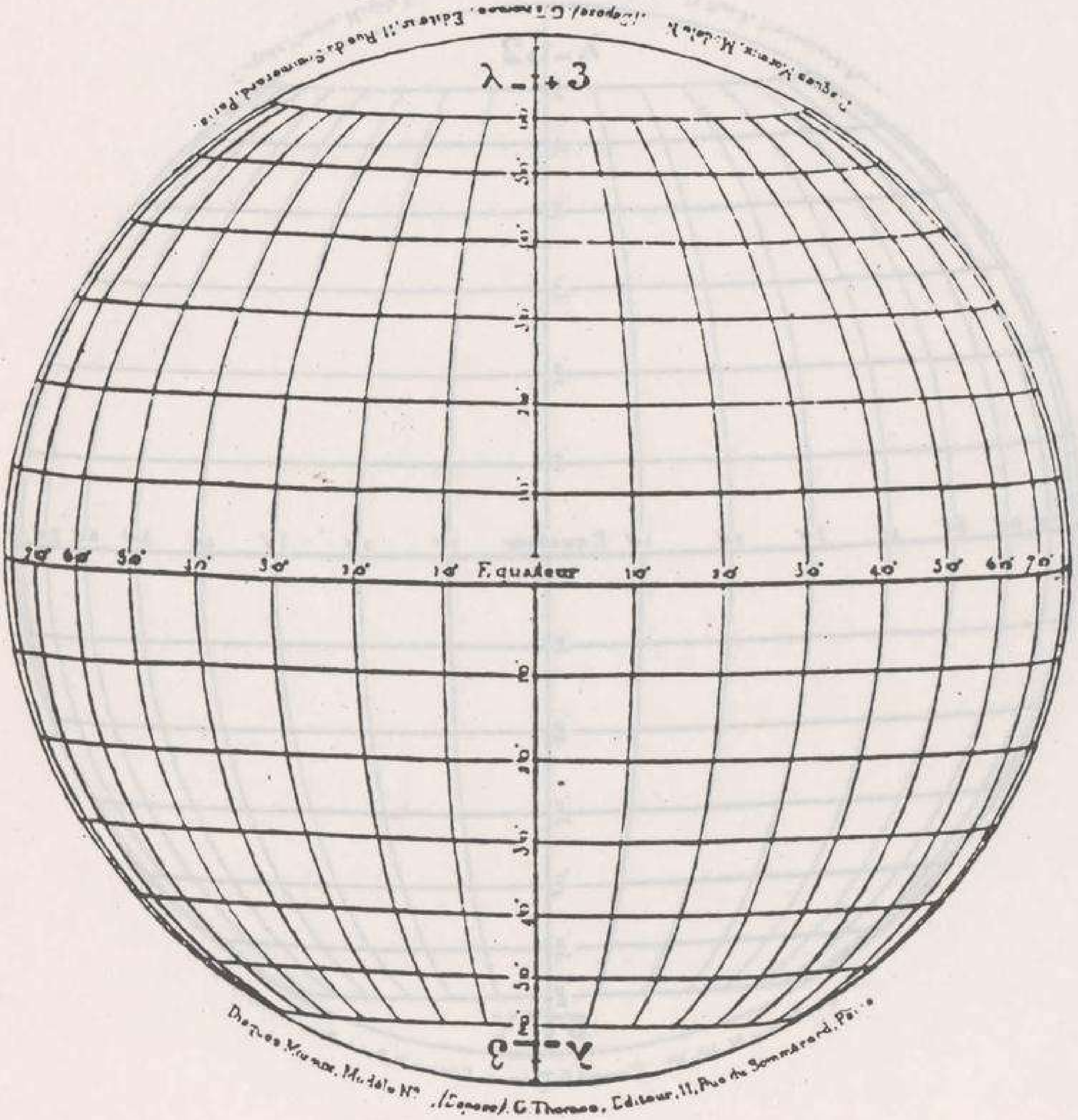
Utilizando os discos de projeção do abade-astrônomo T. Moreaux, de 100 mm de diâmetro (reportar-se à p. 225), em número de 8 ($\lambda = 0$ a $\lambda = 7$), o observador do Sol tem condições de dar às suas observações uma precisão mais aprimorada no *posicionamento* e na



$\lambda = 2$

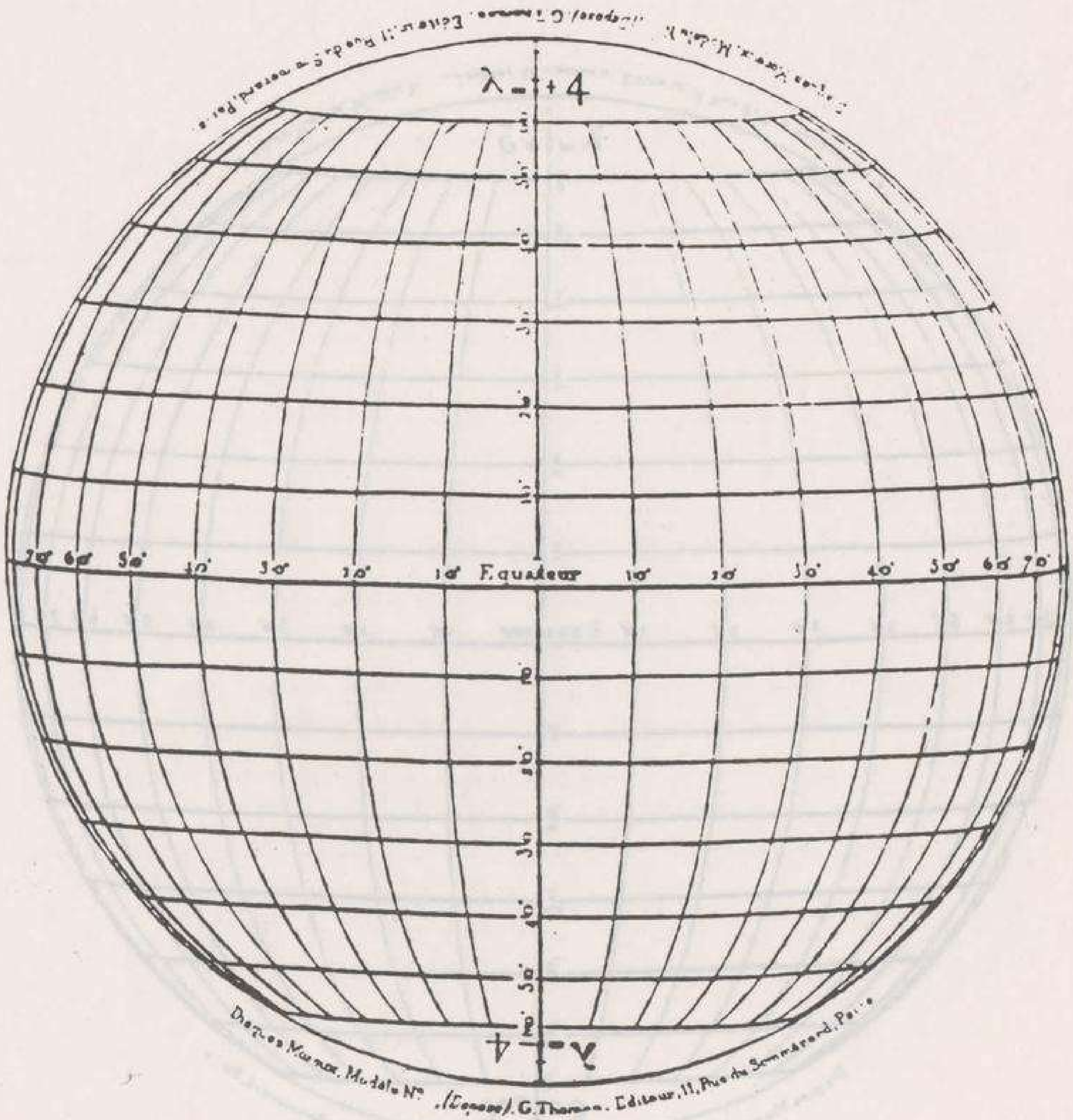
avaliação das *dimensões* que certas manchas, não raro de grande porte (tipos *E* e *F*) freqüentemente existentes, principalmente na época do "máximo", no astro do dia.

Para tanto, deverá reproduzir os discos em anexo, fixá-los sobre cartolina, metal ou outro material durável, uma vez que seu manuseio será constante, embora variável, durante o ano. A fim de obter a posição correta do MC (meridiano central) do Sol na data de observação, precisará construir um suporte adequado, uma "janela" com diâmetro aproximadamente igual ao dos discos, provido de uma escala em semi-



$\lambda = 3$

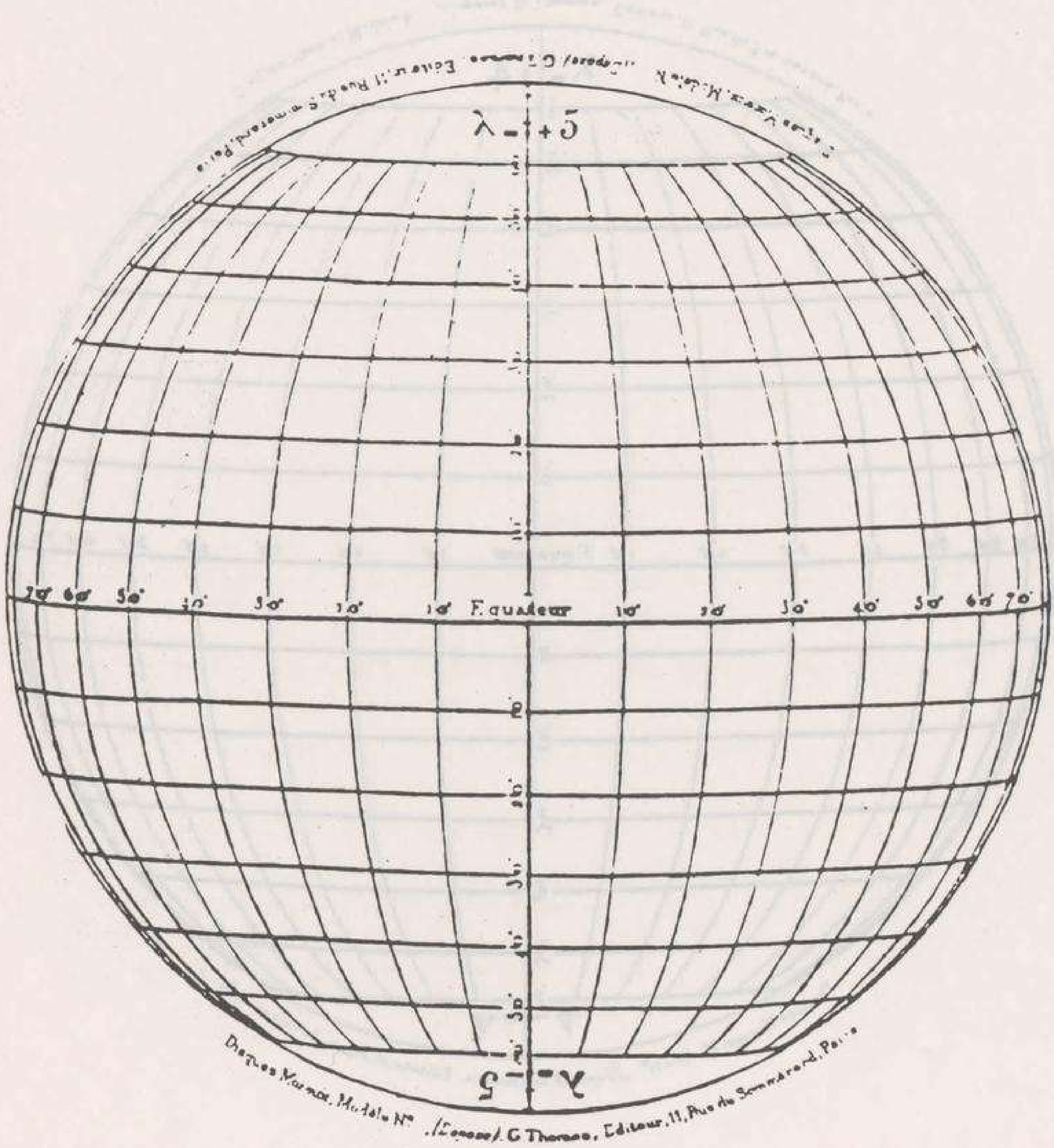
círculo, onde o ângulo de inclinação do eixo solar poderá ser lido, de 0 a 26 (−, ou "menos", para o LESTE; +, "mais", para o OESTE. Justaposto, sem muito jogo, a fim de não sofrer deslocamento imprevisto uma vez obtida a inclinação necessária (daí recomendar-se a utilização de suporte *circular*), o disco correspondente à coordenada *P* do dia da observação, bastará ser fixado na prancheta de observação (*vide* ilustração à p. 214). Feito isso, o observador deverá projetar a imagem do Sol de maneira que esta coincida com as dimensões do disco Moreux. A deslocação natural da imagem solar indicará a dire-



λ = 4

ção LESTE-OESTE. Caberá ao observador a manutenção dessa imagem a fim de permitir seu *posicionamento* e a obtenção de suas *dimensões reais*, estas últimas facilmente deduzidas em decorrência da dimensão do próprio disco. A tabela de coeficientes (p. 244), especialmente indicada para esse tipo de disco, possibilitará o cálculo dessas dimensões.

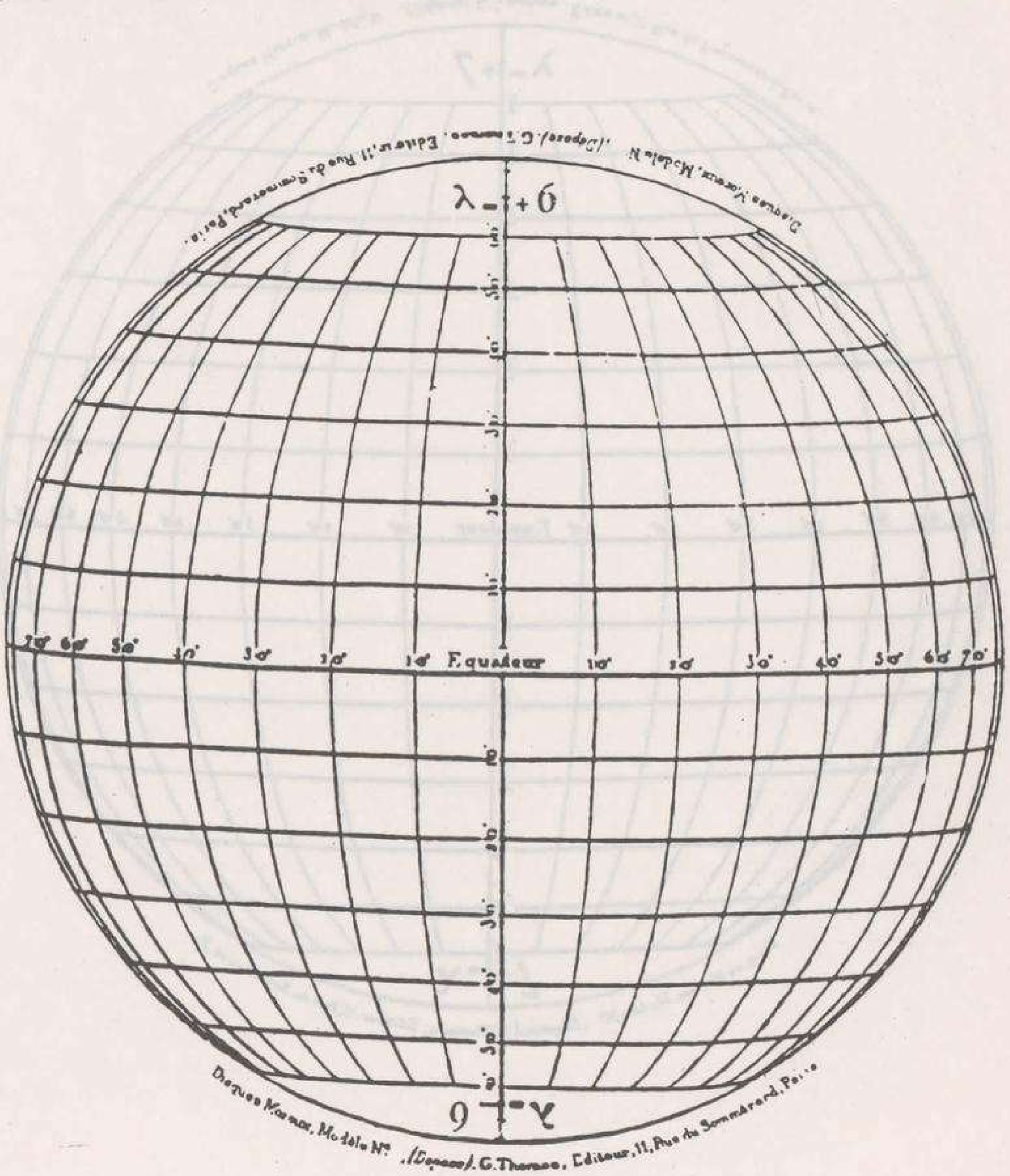
Verificará o observador à medida que for adquirindo prática que seu pequeno refrator, ou refletor, constitui um poderoso meio de avaliação de fenômenos que, embora ocorrendo a cerca de 150 milhões



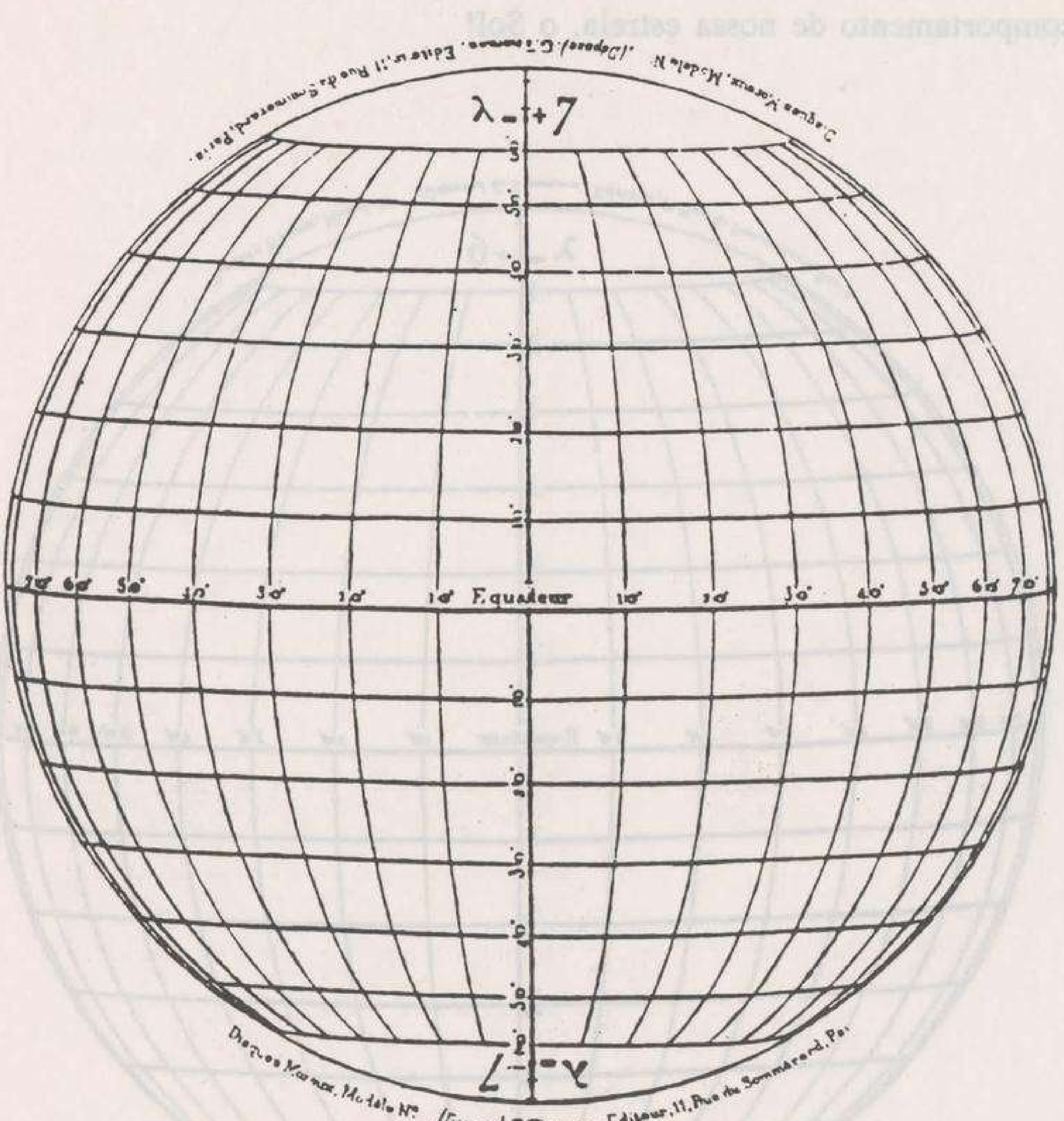
$\lambda = 5$

de quilômetros de distância, manifestam uma grandiosidade insuspeitada.

Seguro, eficiente e, sobretudo, sem os riscos da observação direta que só poderá ser empreendida se houver disponibilidade de filtros adequados e recomendados, o *método de projeção* propicia ao amador verdadeiramente desejoso de dar uma utilização válida ao seu instrumento a oportunidade de conhecer de perto alguns dos aspectos do comportamento de nossa estrela, o Sol!



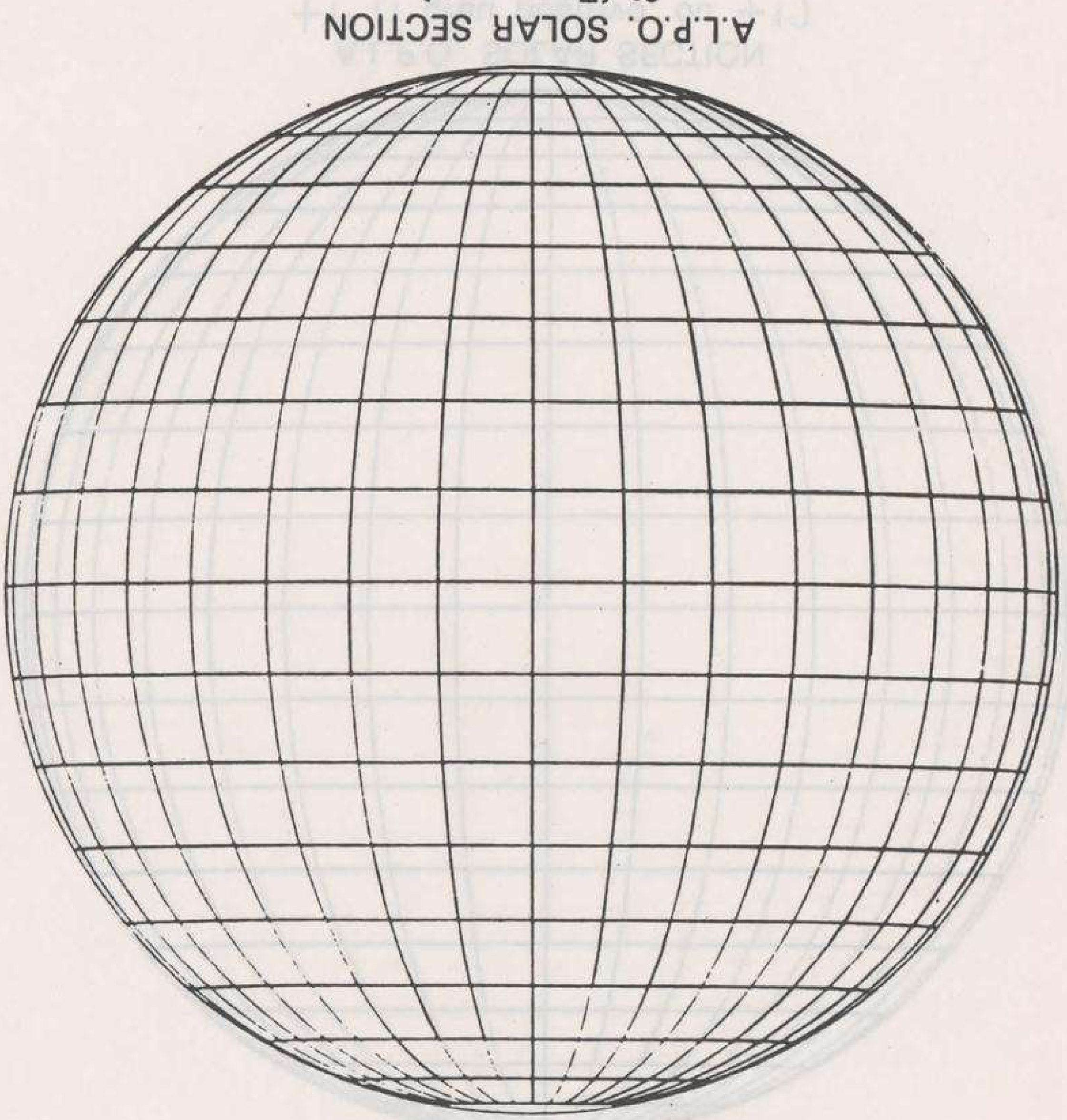
$\lambda = 6$



$\lambda = 7$

A OBSERVAÇÃO DO SOL PELO MÉTODO DE PROJEÇÃO — 2

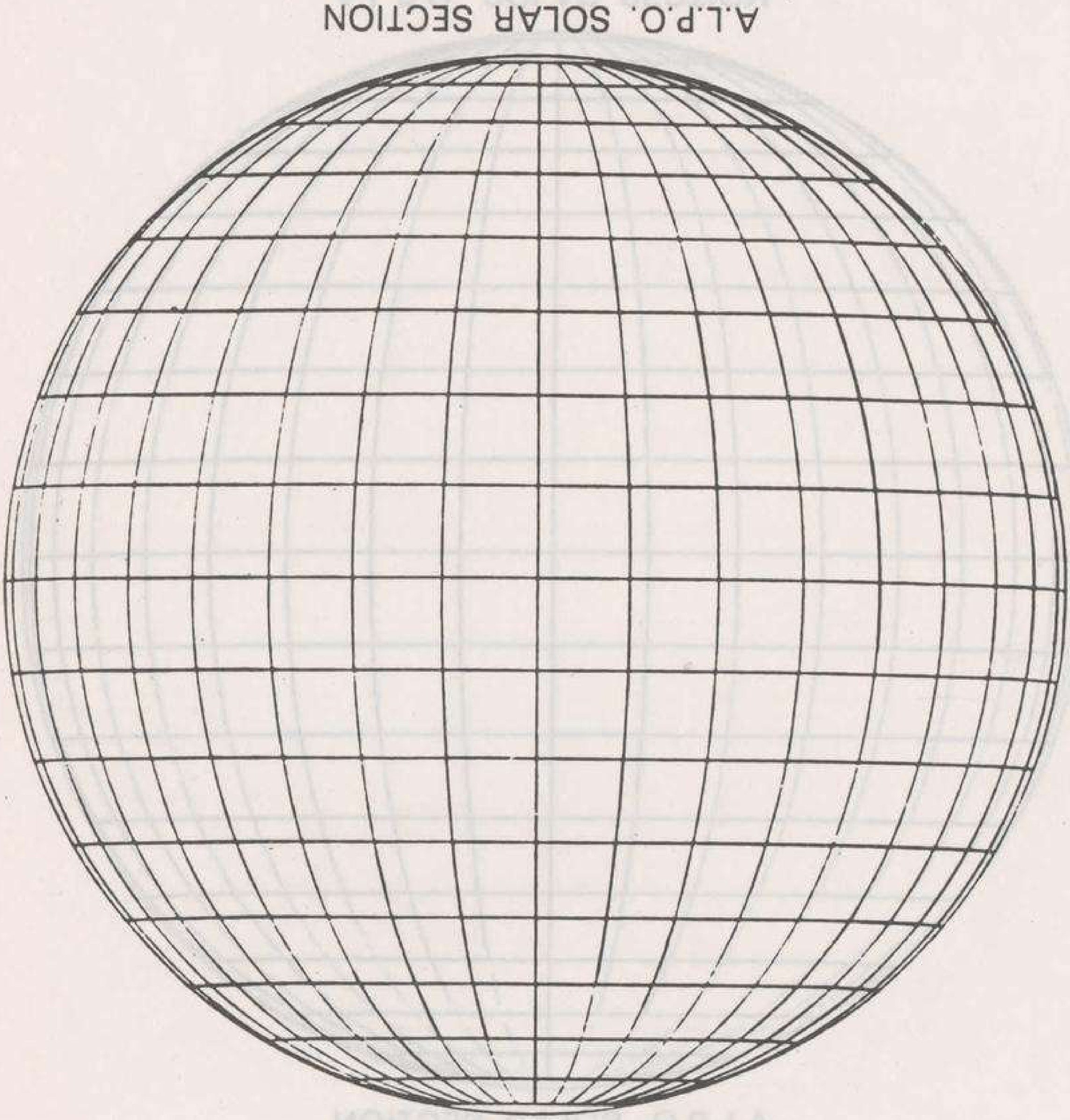
Jogo de gabaritos solares (tipo *Stonyhurst*) de 180 mm de diâmetro, utilizado pela *Solar Section* (Seção Solar) da A.L.P.O. (*Association of Lunar and Planetary Observers*) — EUA.



A.L.P.O. SOLAR SECTION
0° (Zero grau)

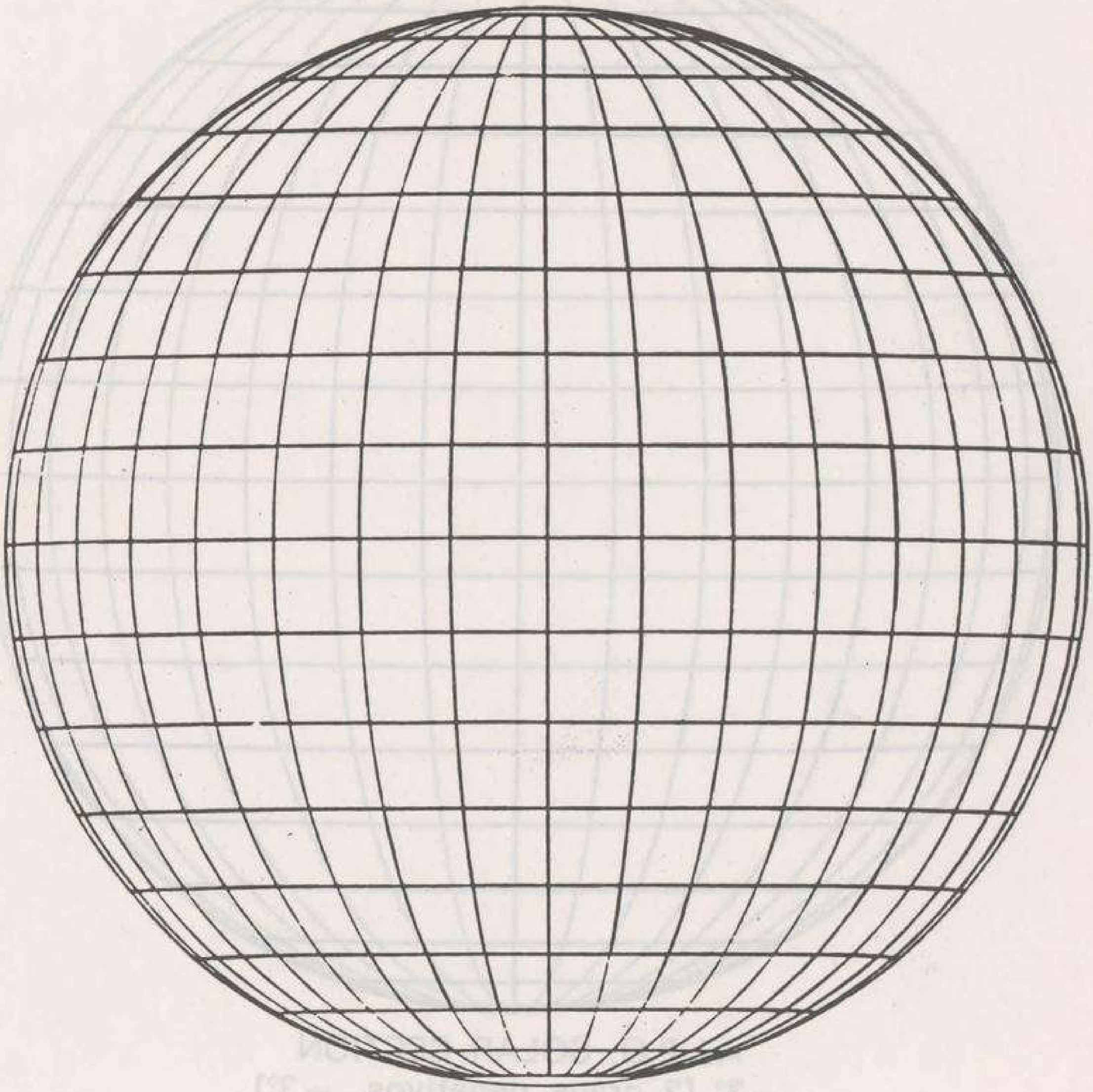
Diâmetro Real: 18 cm

Outros diâmetros, da ordem de 100, 150 ou, mesmo 250 mm (caso do SIDC — *Sunspot Index Data Center*) — que dá continuidade aos longos períodos de observação levados a efeito pelo Observatório Federal de Zurique, e atualmente no Observatório Real da Bélgica,



A.L.P.O. SOLAR SECTION
−1° (1 grau negativo, ou −1°)

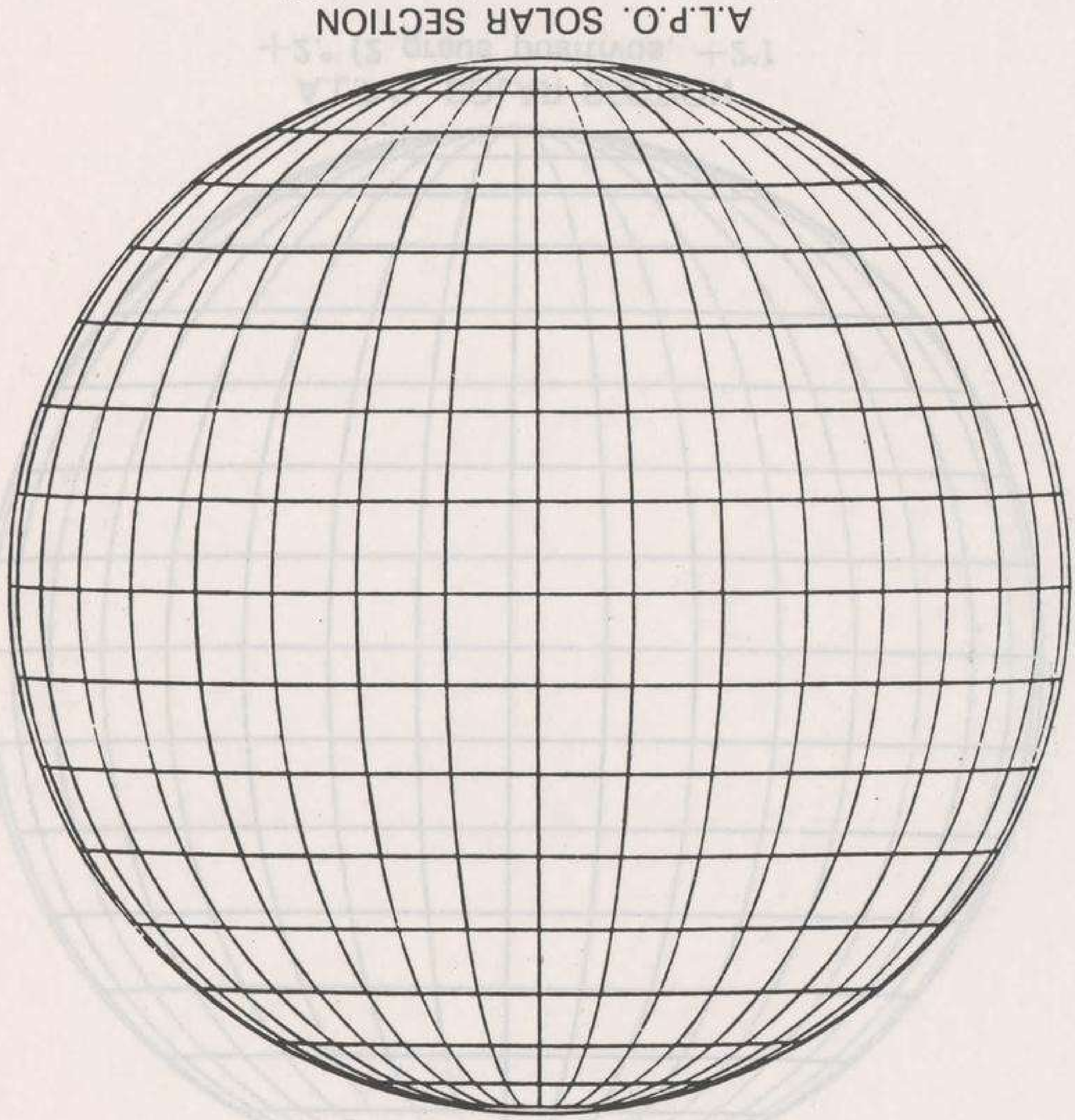
são igualmente utilizados. Evidentemente tais diâmetros são função e estão relacionados com a abertura óptica utilizada na projeção. Nos casos de pequenos refratores, da ordem de 60 mm, recomenda-se empregar discos de 100 mm, evidentemente calcados no modelo abaixo.



A.L.P.O. SOLAR SECTION
+2° (2 graus positivos, +2°)

A.L.P.O. SOLAR SECTION
−2° (2 graus negativos, −2°)

Aparentemente idênticos entre si, cada gabarito apresenta uma diferença. Para empregar o gabarito correto e correspondente à época da observação, utiliza-se o que tiver indicado (de 0° a 7°) correspondente ao valor B_o do dia da observação, colocando corretamente (para

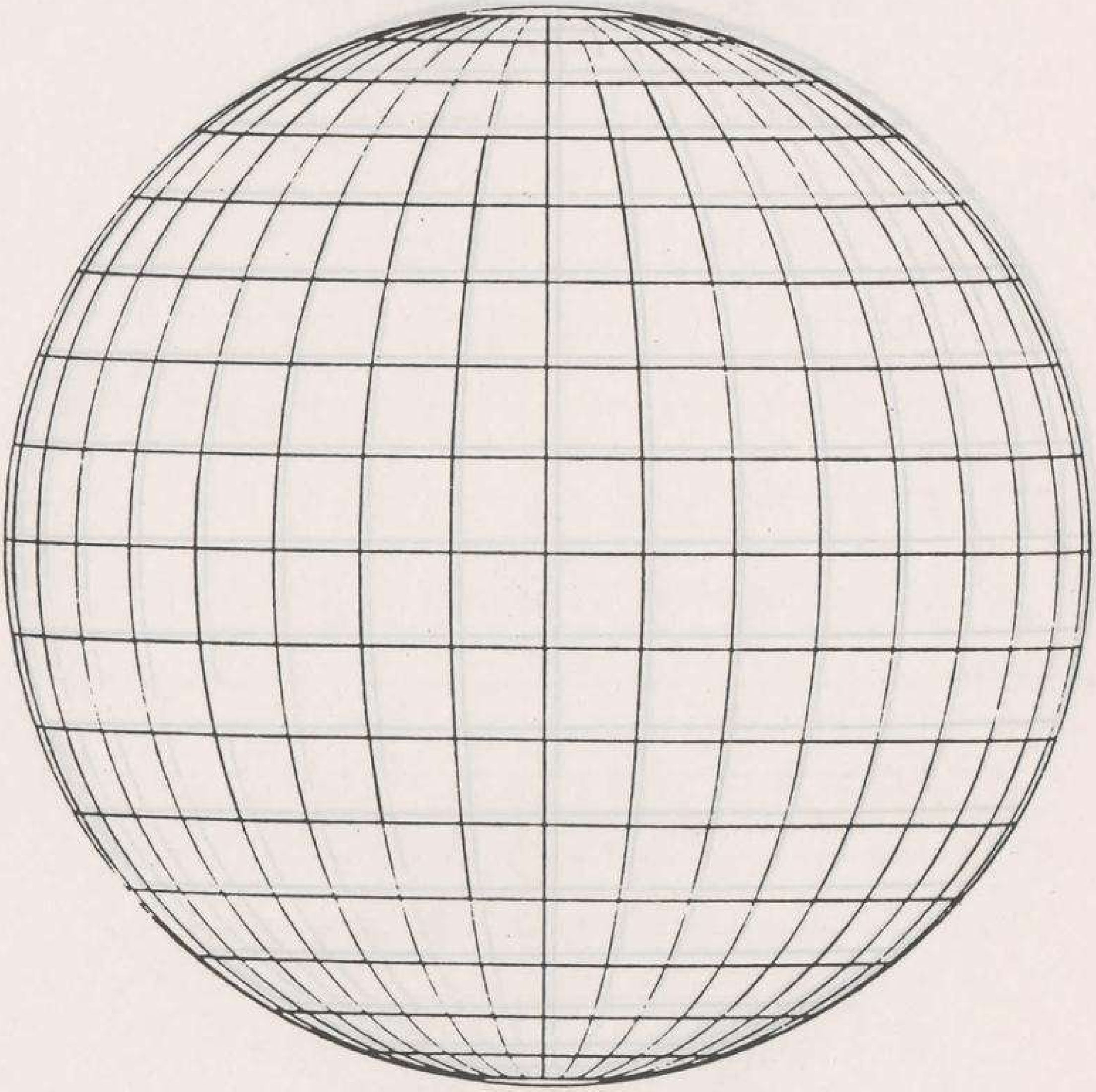


A.L.P.O. SOLAR SECTION
−3° (3 graus negativos, −3°)

cima ou para baixo) o signo (—) "menos", ou (+) "mais" que vai se alternando através do ano.

A título de indicação, " — " indica a inclinação do eixo de rotação do Sol para o LESTE (à esquerda); o " + " inclinação para o OESTE

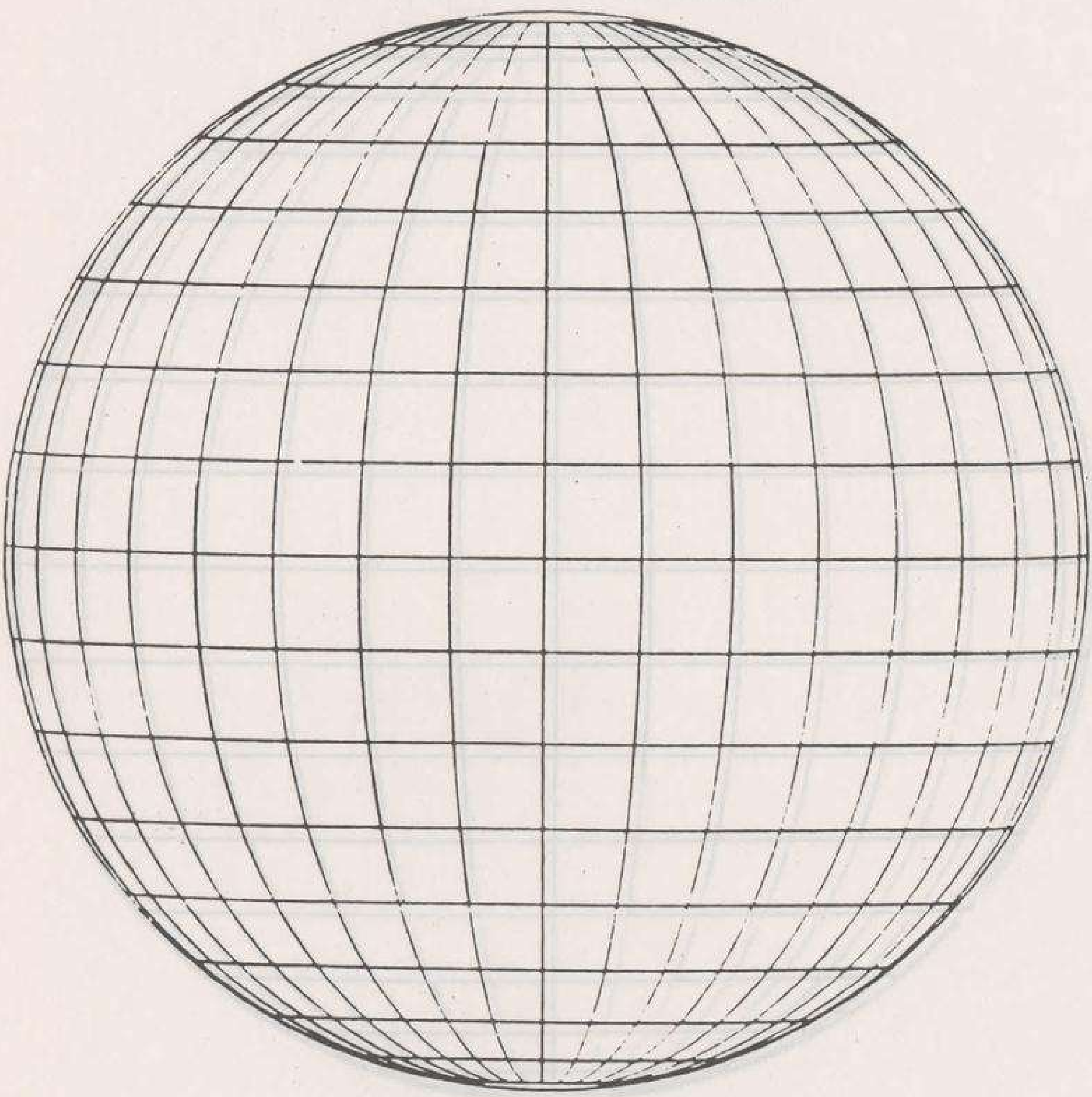
A.L.P.O. SOLAR SECTION
+4° (4 graus positivos. +4°)



A.L.P.O. SOLAR SECTION
—4° (4 graus negativos. —4°)

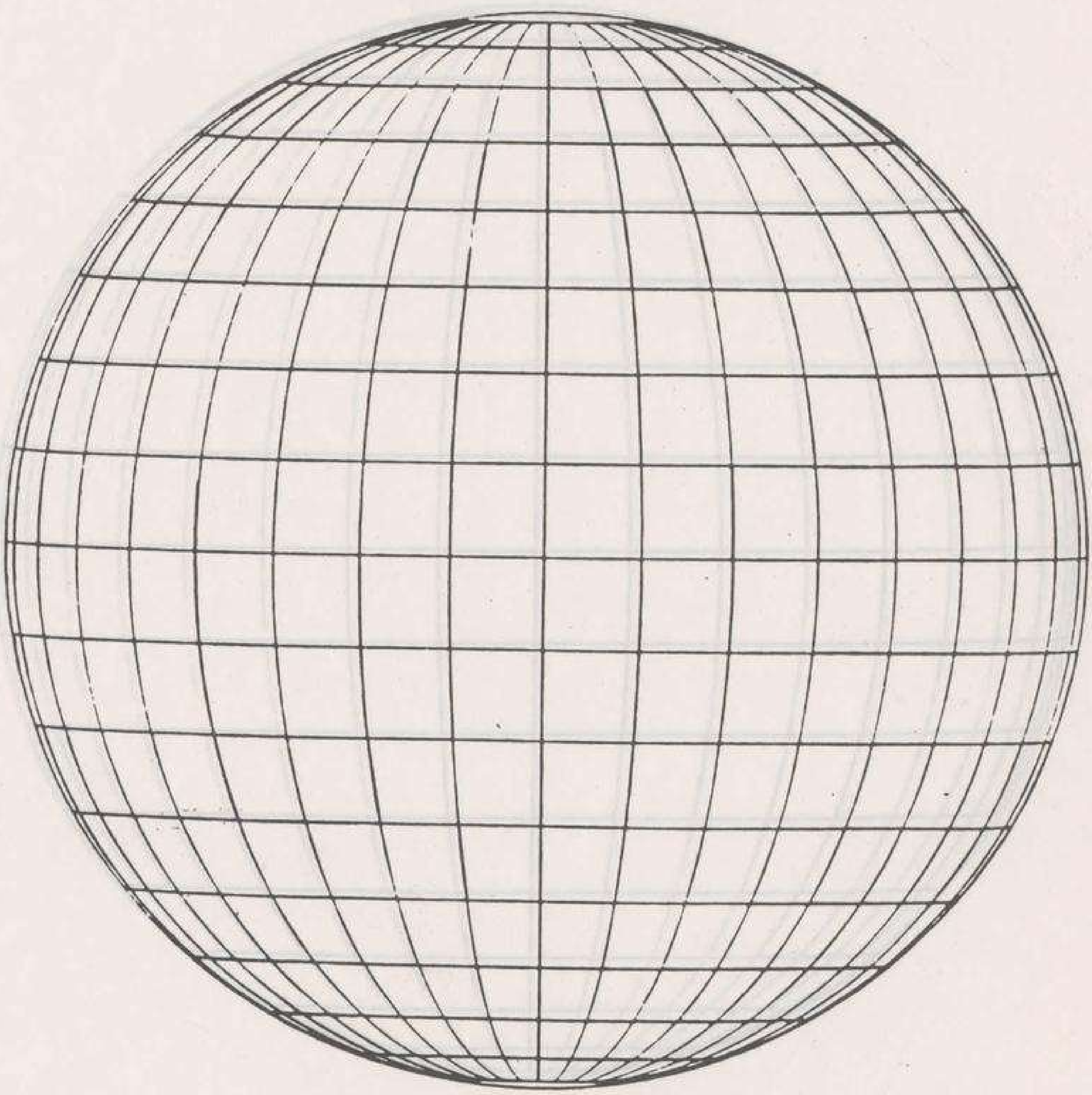
(à direita). O valor 0 (zero) indica a perpendicularidade do eixo de rotação e correspondência com o MC (meridiano central). Essas ocasiões só têm lugar em JUNHO e DEZEMBRO. *Vide* para tanto a tabela de Efemérides às pp. 218-221.

A.L.P.O. SOLAR SECTION
+5° (5 graus positivos. +5°)



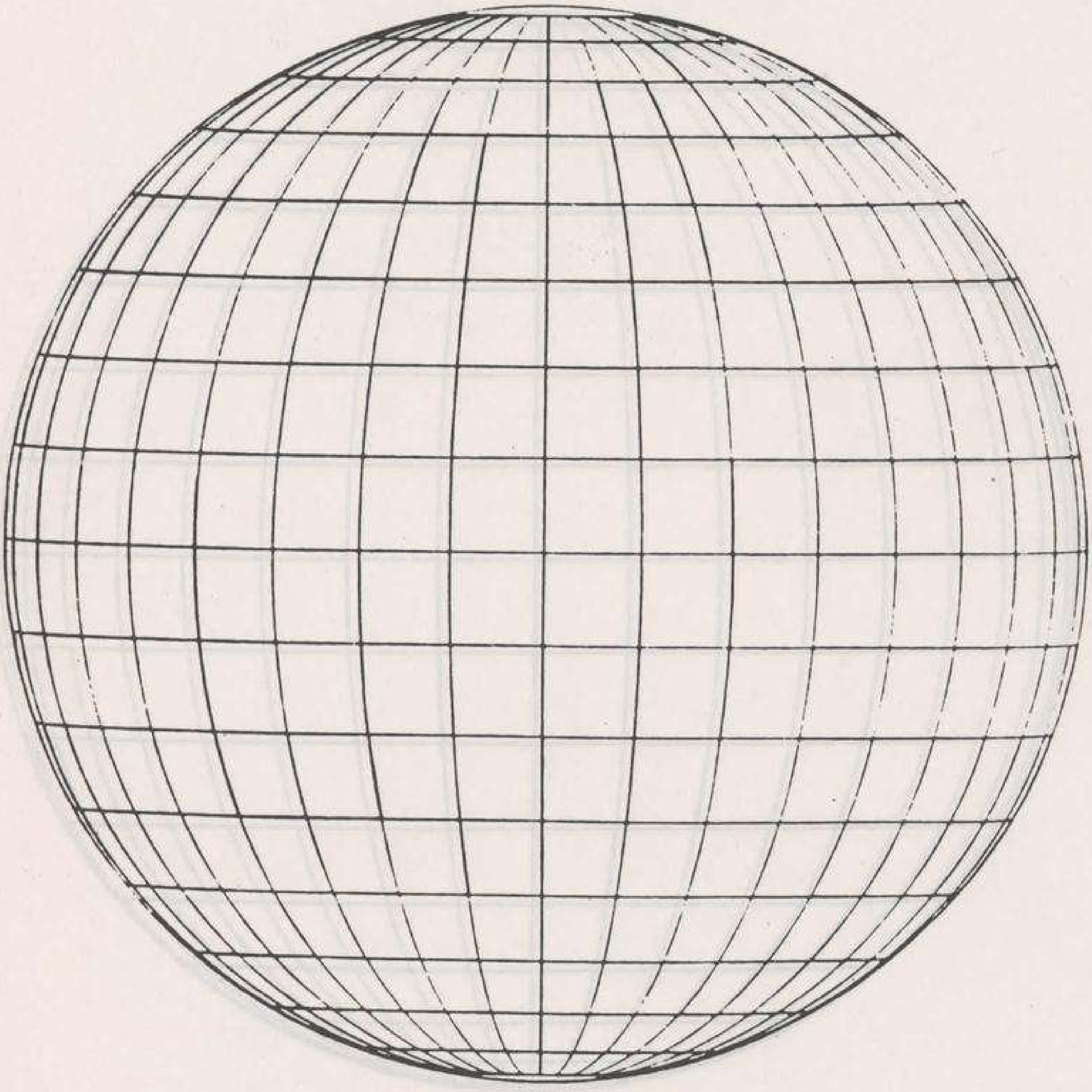
A.L.P.O. SOLAR SECTION
—5° (5 graus negativos. —5°)

A.L.P.O. SOLAR SECTION
+6° (graus positivos, +6°)

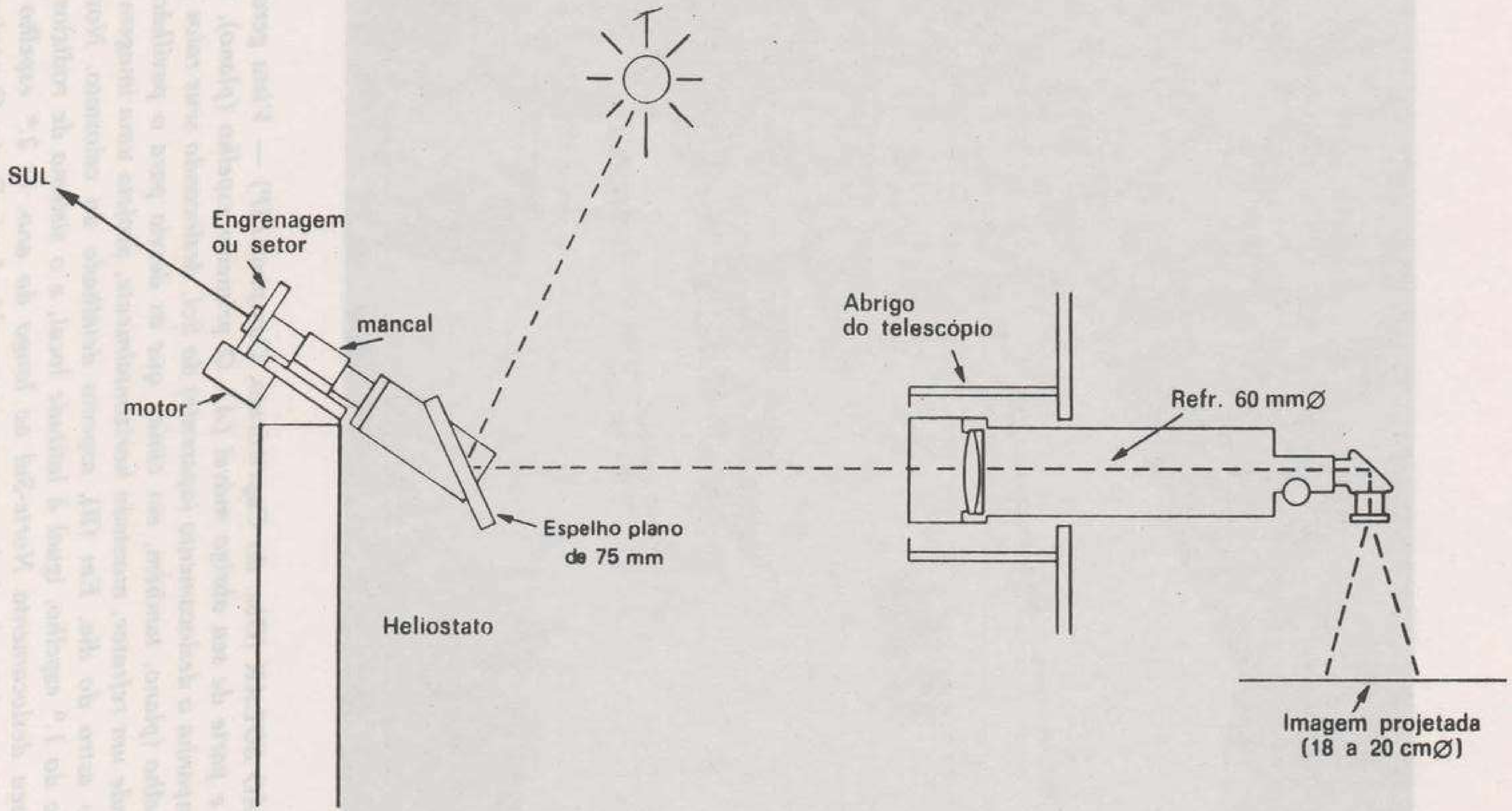


A.L.P.O. SOLAR SECTION
−6° (6 graus negativos, −6°)

A.L.P.O. SOLAR SECTION
+7 (7 graus positivos, +7°)

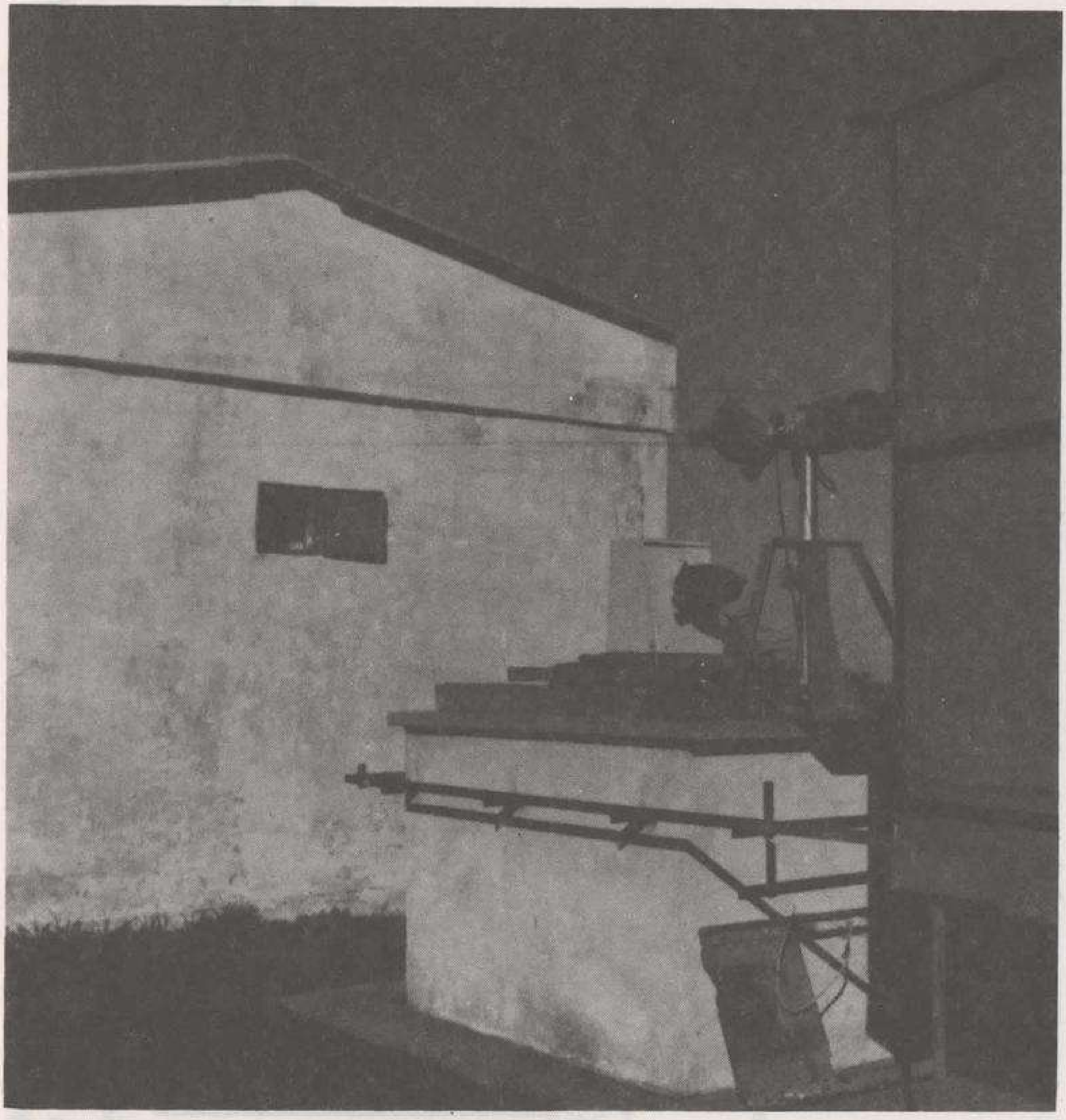


A.L.P.O. SOLAR SECTION
−7° (7 graus negativos, −7°)

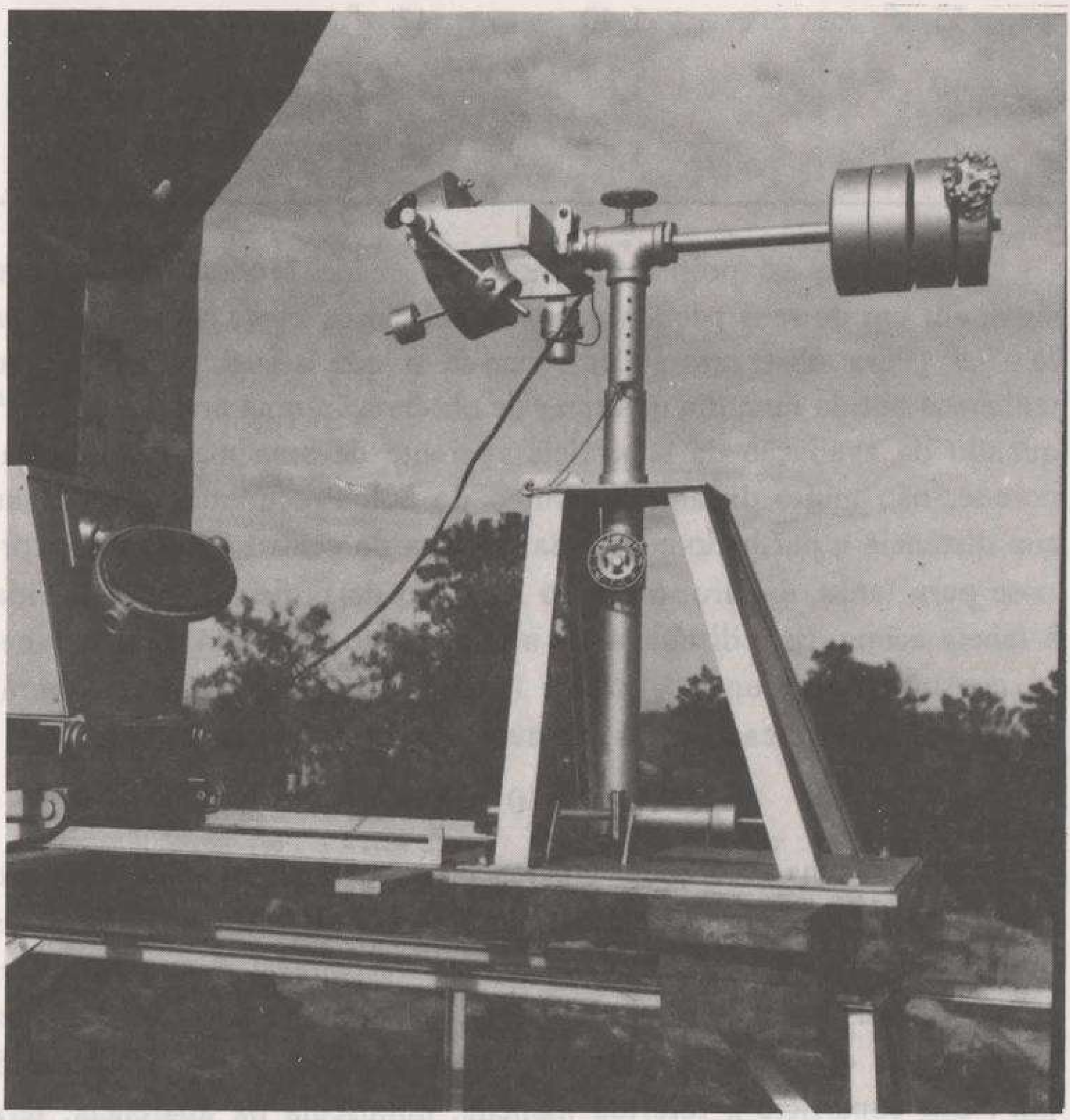


POSTO DE OBSERVAÇÃO SOLAR PERMANENTE

Emprego de heliostato *(um só espelho plano) combinado com pequeno refrator. A utilização de um refletor pode ser igualmente realizada mediante modificação na disposição desse instrumento.*



PAVILHÃO SOLAR (Obs. do Capricórnio, Campinas/SP) — Vista geral do celostato e parte de seu abrigo móvel (A). O primeiro espelho (plano), inferior, acompanha o deslocamento (aparente) do Sol, deslocando seus raios para o 2.º espelho (plano, também, em cima), que os desvia para o pavilhão (ao fundo) onde um refrator, montado horizontalmente, projeta uma imagem ampliada do astro do dia. Em (B), aspecto detalhado do celostato. Notar a inclinação do 1.º espelho, igual à latitude local, e o sistema de rodízios que permite seu deslocamento Norte-Sul ao longo do ano. O 2.º espelho (em cima) dispõe também de deslocamento no sentido Leste-Oeste. O conjunto é controlado eletricamente do interior do pavilhão.



Celostato do "Pavilhão Solar" do Observatório do Capricórnio, em Campinas/SP.

Dist. Centro do Sol	*Coeficiente*	*Dist. Centro do Sol*	*Coeficiente*
10 mm	1,02	43 mm	1,96
20 "	1,09	44 "	2,10
25 "	1,15	45 "	2,30
30 "	1,25	46 "	2,55
35 "	1,40	47 "	2,93
40 "	1,67	48 "	3,57
42 "	1,84	49 "	5,03

Recorrendo ao próprio exemplo do abade *Moreux* citado, por sinal, em um de seus pequenos porém deliciosos livros, *Pour observer le Ciel* (Para observar o Céu), tem-se o que segue. Supondo que tenhamos obtido num dia qualquer de observação uma área de 23 mm^2 quando da avaliação da superfície aparente de uma mancha situada, note-se, não muito distante do limbo do Sol. Procuremos determinar sua distância a partir do centro da mancha do centro do disco. Recorre-se para tanto, é claro, primeiro ao disco de projeção e em seguida à tabela acima. Essa distância foi achada como sendo 44 mm. A tabela, consultada, diz um coeficiente igual a 2,10. Esse número deverá, então, ser multiplicado pelos 23 mm^2 avaliados, o que se indica:

$$23 \times 2{,}10 = 48{,}3$$

Essa mancha, corrigida a perspectiva, terá então 48,3 mm^2, ou seja, o dobro daquela inicialmente avaliada. Avaliada em quilômetros quadrados ela irá nos oferecer um número respeitável já que, como sabemos, 1 mm sobre um disco de 10 cm, corresponde a 13.905 km. Elevando-se ao quadrado o referido número, encontramos 193.349.025 km^2. Em superfície a referida mancha, minúscula na aparência, terá conseqüentemente:

$$193.349.025 \times 48{,}3 = \ldots$$

O abade *Moreaux* deixa ao leitor o encargo de encontrar esse número, por sinal elevado e que ultrapassa de muito as dimensões de nosso modesto planeta. De fato, cerca de *8 bilhões de km²* (7.946.757.907,5 km²) é uma área que, para nossos padrões, é realmente monumental mas que, no Sol, é bastante comum. Tal fato evidencia, sem dúvida, o bom rendimento que a observação solar pode proporcionar àquele que, mesmo dispondo de modestos meios, se proponha a levá-la efetivamente a efeito.

A observação do Sol pelo método direto

Esse método é, note-se, mais realístico já que o observador participa mais completamente da observação e da avaliação do que lhe é dado ver. Exige, entretanto, cuidados especiais já que se trata de dirigir para a fonte de energia, luz e calor por excelência, um sistema óptico. Vejamos, pois, como isso pode ser contornado.

Filtro (de vidro) negro

Normalmente, todos os pequenos refratores encontrados no comércio têm, em meio aos seus acessórios, um desses filtros que se distingue de outro, menos escuro, destinado à observação lunar (*Moon filter*). Trata-se do *Sun filter*. É constituído de um vidro negro, duro, brilhante em seu aspecto. É ele regularmente dotado de um suporte rosqueado e que permite fixá-lo à parte posterior, voltada para a objetiva, da ocular, ou seja, àquela que primeiro se vê introduzida no porta-ocular e à frente da chamada "lente de campo". Modelos antigos utilizam o filtro junto à "lente de olho", à frente da ocular. De qualquer maneira, vários são os fatores que limitam o rendimento desse acessório. Em primeiro lugar haveria que se dispor de vidros de tonalidades variáveis já que ao se utilizar oculares de focal diferente, diferente f, a imagem se revela ora brilhante ora opaca. Isso contudo, não ocorre já que só se dispõe de único filtro. Em segundo lugar, com filtros de intensidades variáveis poderia observar-se melhor ao astro do dia, que à medida que vai se elevando acima do horizonte vai mudando também os índices de sua luminosidade: esta atinge o máximo nas proximidades do zênite, declinando em seguida. Por outro lado — e aqui o ele-

mento negativo diz respeito à segurança — encontra-se tal filtro rosqueado nas proximidades imediatas do *anel ocular,* da *pupila de saída,* ou seja, do ponto em que a concentração energética do feixe luminoso formado pela objetiva é total. Freqüentemente a ruptura ocorre e em suma, há sempre o risco de defeitos, de trações com resultantes irreparáveis para o olho do observador se este não for suficientemente rápido, desviando a cabeça. Um remédio, não vamos dizer perfeito mas sob certos aspectos aceitável, é confeccionar um desses filtros negros utilizando o material empregado pelos soldadores em suas máscaras protetoras. Trata-se de um vidro muito resistente e que sob vários aspectos atende satisfatoriamente à finalidade. Embora não seja rigorosamente um "vidro óptico", é acessível e oferece a vantagem, nada desprezível por sinal, de permitir confeccionar vários deles, em estoque! Já confeccionamos inúmeros, secionando pedaços, circulares ou não, aos quais demos um acabamento sumário com grosa e papel-lixa etc. Inúmeras observações viram-se feitas (e ainda o são) com esse "filtro solar" que se comporta muito bem com pequenas aberturas ópticas. É que um 3" (75 mm) ou mais ainda, um 4" (100 mm) se empregados com plena abertura, têm elevada concentração de calor, sobretudo quando utilizados nas proximidades do zênite. Recomendaríamos, portanto, diafragmar tais aberturas a fim de, primeiro de tudo, salvaguardar a vista dos irreversíveis efeitos de uma queimadura do nervo óptico. Perde-se, evidentemente, resolução óptica mas evitam-se acidentes sérios. Por outro lado, utilizados quando o Sol se encontra nas proximidades do horizonte, isto relativamente falando, entenda-se, não há risco nenhum para o observador se, note-se, não estender em demasia a sua observação. Ainda hoje, como dito acima, utilizamos um filtro desse tipo combinado com um refrator "Kogaku" de 50 mm de abertura, "aberto" a f/15 (750 mm). Uma ocular de 6 mm, ou seja 120x, contribui ativamente, com grande percentual, para nossa "curva solar". Embora vez ou outra o astro do dia seja observado quando alto, próximo ao MC, nossa situação e também nosso sistema de trabalho recomendam observá-lo quando se encontra a 40-45 graus de altitude.

De qualquer maneira, é bom realçá-lo, a observação direta, utilizando tal tipo de filtro, deve ser cuidada ao extremo já que os riscos sempre existem. O citado filtro *Sun filter* não está isento de tais ris-

Superf. da mancha				*Diâmetro da mancha*		
Wolf	*Million'*	*mm²*		*m. m.*	*"*	*Km.*
0,83	12,5	0,20	•	0,5	9,6	6.950
3,33	50,0	0,78	°	1	40,2	13.900
7,50	112,5	1,77	•	1,5	28,8	20.850
13,33	200,0	3,14	●	2	38,4	27.800
20,83	312,5	4,91	●	2,5	48,0	34.750
30,00	450,0	7,07	●	3	57,6	41.700
40,83	612,5	9,62	●	3,5	67,2	48.650
53,35	800,2	12,57	●	4	76,6	55.500
67,48	1.012,0	15,90	●	4,5	86,4	62.550
83,31	1.249,0	19,63	●	5	96,0	69.500
			•	0,9	17,6	12.756
			A terra			

Medida das dimensões das manchas solares mediante pontos negros de comparação.

cos, algo menores, evidentemente, com pequenas aberturas, de f/D convencionais (f/15). Com f/D mais curtos, e com aberturas maiores é que, isto sim, cuidados precisam ser tomados.

Helioscópio — Helioscópio de Herschel

Existem dispositivos destinados à observação exclusiva do Sol e que podem ser empregados com toda a segurança e apreciável rendimento. É o *helioscópio* e como seu nome indica é exclusivo para essa finalidade. Dispusemos, muitos anos atrás, de um modelo constituído de dois prismas de 90°, colados entre si pelas faces correspondentes à hipotenusa. Uma das faces receberá uma ligeira camada de verniz po-

larizante (aquela voltada para o Sol), enquanto que a ocular de observação via-se combinada com uma lamínula de polaroide, dupla. Quando da utilização, e em função da luminosidade do céu, bastava girar a ocular e conseqüentemente a lamínula para ter-se uma imagem solar suficientemente clara ou brilhante para ser observada. Cerca de 95% ou mesmo mais do brilho da imagem solar eram desviados pela abertura do helioscópio, oposta àquela da ocular de observação, enquanto que os remanescentes 5% ou menos eram então observados com a ocular-polaróide. Montada em madeira e pedaços de tubos metálicos, esse helioscópio de construção caseira permitiu durante longos anos a observação sistemática do Sol. Presenteamo-lo a um colega assim que dispusemos de modelo mais avançado, um verdadeiro helioscópio de Herschel, da Clavé (Paris).

Esse acessório é, essencialmente, constituído de uma lâmina de vidro ligeiramente prismática, ou seja com faces não-paralelas. Colocada numa montagem metálica ou plástica forte, essa lâmina vê-se fixada na ocular de um refrator ou de um telescópio, desempenhando o papel duplo de atenuador e dispersador calorífico. Cerca de 80% da luz e do calor incidentes atravessam a lâmina e são desviados para o exterior, para fora do eixo óptico, enquanto que cerca de 20% restantes são refletidos pela primeira face da lâmina, desviados a 90° para a ocular colocada em "cotovelo". Um vidro de tonalidade sombria é ainda necessário mas não há o menor risco de brusco rompimento em decorrência de aquecimento anormal eventualmente existente. Afora alguns detalhes, a disposição é mais ou menos semelhante àquela anteriormente citada.

Os esquemas indicam as disposições de diversos dispositivos utilizados na observação solar.

Via de regra o helioscópio comporta-se melhor quando da ocorrência de céu limpo, sem nuvens ou névoas.

Filtros solares adaptados à objetiva

Ultimamente, os grandes progressos técnicos permitiram a elaboração de superfícies tais que permitem a passagem de determinadas

radiações em detrimento de outras, nocivas ou que, conforme o caso, não interessam ao observador. Sem entrarmos nas particularidades de detalhes, bastará lembrar que alguns desses filtros já se encontram ao alcance dos observadores sob a forma de plástico ou poliésteres, ou ainda aplicados em superfícies vítreas, o que torna estes últimos mais eficientes e seletivos. Entre os primeiros, tivemos a oportunidade de adquirir e utilizar regularmente o *Solar Skreen,* facilmente adquirido no mercado norte-americano. O interessado indica a abertura livre de seu instrumento e o material lhe chega às mãos super-dimensionado. Pode, outrossim, optar pela montagem completa que lhe chegará às mãos normalmente após certo prazo. Com isso ganhará tempo, bastando colocar o filtro no instrumento e iniciar seu trabalho de observação. Caso opte pela vinda do material terá que confeccionar ele próprio esse acessório, operação de certo modo fácil embora algo cuidada. O poliéster é de manuseio delicado, não pode ser esticado em excesso. Dois anéis de compensado de madeira, ou de fibra, de plástico ou de alumínio leve bastam para a operação. No mais, deve cuidar o operador de uma caixa ou estojo a fim de abrigar o filtro da poeira e do manuseio indevido. Esse *Solar Skreen,* segundo nos foi dado constatar, trabalha melhor com instrumento de curto ou mediano f/D e sob certos aspectos é mais eficiente com refratores que tenham essa característica. Muito bom na observação visual direta, não se mostra, entretanto, tão eficiente na fotografia. Os resultados que obtivemos com ele foram de certo modo decepcionantes, o que parece também evidente naqueles obtidos pelos demais colegas.

A grande e inegável vantagem do *Solar Skreen* é de comportar-se muito bem na observação direta já que coloca o observador experimentalmente a salvo das perigosas radiações vermelhas e infravermelhas. Vários observadores que o utilizam desde anos confirmam esse ponto de vista constatado durante o período de mais de dois anos que o temos utilizado com bom rendimento. Colocado *à frente* da objetiva do refrator (e do tubo, se refletor), deixa passar a maior parte do espectro visível, e dando uma suave tonalidade azulada, que lembra um pouco aquela da Lua Cheia, ao disco do sol. Por ocasião de boa transparência e visibilidade, num céu sem nuvens, e evidentemente um bom instrumento, a visibilidade dos detalhes alcança notável nível

e rendimento, permitindo ao observador apreciável avaliação nessa área de trabalho. Esse rendimento alcança o máximo se o instrumento utilizado dispuser de movimento equatorial, suscetível de manter o astro no centro do campo. Embora boa parte de nossas observações sejam realizadas com um refrator de 135 mm, f/15, 62x, empregamos regularmente também o refrator de 150 mm ∅, f/12 do Pavilhão Solar *E. Reisenhofer* do Observatório do Capricórnio, combinado a celostato. Nessas ocasiões o citado aumento é utilizado como "de rotina". Vez ou outra, porém, elevamos esse aumento a cerca de 2x por milímetro de abertura (cerca de 300x) quando pretendemos explorar os detalhes e particularidades de uma mancha em evidência. O aumento dito *de resolução* é, então, alcançado, possibilitando o exame das minúcias da morfologia da mancha. A observação é, pois, realizada com tranqüilidade já que os riscos da observação contínua, demorada não raro efetuada com meios menos seguros, não existem. Muito cuidado deve ter o interessado quando da utilização de filtros *de vidro no foco ou próximos do foco* de seu instrumento quando da observação do Sol. Os gastos com um filtro do tipo *Solar Skreen* ou similar são, ao nosso ver, plenamente justificáveis já que propiciam seegurança.

O que é o "n.º de Wolf"?

Na realidade são dois os astrônomos que contribuíram para sua utilização, os suíços *Wolf* e *Wolfer* que no século passado imaginaram calcular os números que expressassem a intensidade da atividade solar. Para determiná-la, basta aplicar a seguinte fórmula convencional:

$$W = k\ (10\ g \div m)$$

na qual g é o número de grupos de manchas, *m*, o número de manchas contidas nesses grupos assim como as manchas isoladas, enquanto que k, um coeficiente variando com o instrumento e o observador. Para *Wolf* que dispunha de um refrator de 75 mm, *k* tinha o valor da unidade 1. Cada mancha isolada é consideraad como sendo um grupo.

Exemplo: em 1957, *W* foi igual a 190 e em 1968 só atingiu 106. Evidentemente, tais valores constituem apenas variantes da atividade solar.

Efetuando observações diárias durante muitos anos, pode-se colocar em evidência as irregularidades da atividade solar.

De nossa parte, observando o Sol desde 1950, e sistematicamente desde 1953, conseguimos estabelecer uma "curva de atividade" solar a partir de 1956 e que desde então (35 anos, até 1991) não se viu interrompida.

* * *

Com o intuito de popularizar a observação solar, publicamos há algum tempo pequeno programa de observação sob o título *"OBSERVEMOS O SOL"*. Tratou-se no mesmo de demonstrar de maneira prática e experimental a observação do astro do dia através de pequenos instrumentos, principalmente refratores de 50 a 60 mm, quase que sempre relegados ao esquecimento por ignorância de suas possibilidades.

* * *

Os planetas

Já diferenciados pelos primitivos observadores muitos séculos antes de nossa era, os planetas constituem um setor muito importante na área de atividade do amador. Como podemos notar, eles serviram de base para a criação da semana, tendo cada dia o nome de um planeta, se levarmos em conta o espanhol ou o francês; tendo se derivado do latim: *Lunae Dies* (dia da Lua), *Martins Dies* (dia de Marte), *Mercurii Dies* (dia de Mercúrio), *Jovis Dies* (dia de Júpiter), *Veneris Dies* (dia de Vênus), *Saturnii Dies* (dia de Saturno), *Solis Dies* (dia do Sol). O que em português fica, respectivamente, segunda, terça, quarta, quinta, sexta, sábado e domingo.

Como reconhecer um planeta?

Em grandes linhas, pelos seguintes elementos:

1 — Um planeta não cintila como as estrelas.

2 — Ele se desloca entre as estrelas, o que faz de maneira apreciável, mesmo a olho nu.

3 — Observado através do telescópio, revela um disco sensível, contrariamente às estrelas que não passam de pontos.

Posicionamento no céu

Os planetas situam-se exclusivamente na eclíptica da qual não se afastam. Em outras palavras, são eles observados unicamente no cinturão que, de Leste a Oeste, delimita a faixa do zodíaco.

Os planetas e as suas luas

À semelhança da Terra, todos os planetas (exceção feita a *Vênus* e *Mercúrio*) possuem satélites.

Os planetas e suas características

Um levantamento generalizado indica que os mesmos possuem condições locais totalmente diferentes das existentes na Terra. Vejamos rapidamente algumas dessas características.

Mercúrio

Próximo do Sol, esse pequeno mundo vê-se submetido a temperaturas que variam de 200° a 400° durante o dia mercuriano (igual a 29 dias terrestres), enquanto que no hemisfério oposto ao Sol a temperatura tende a oferecer índices de −200°C. O solo e o relevo de Mercúrio, desprovido de planícies, lembram o da Lua com falhas, gargantas e, acima de tudo, enorme quantidade de crateras de todas as dimensões, recentes ou antigas, produzidas na sua maioria por meteoritos. Comparável à Lua, *Mercúrio* praticamente não possui, também, atmosfera.

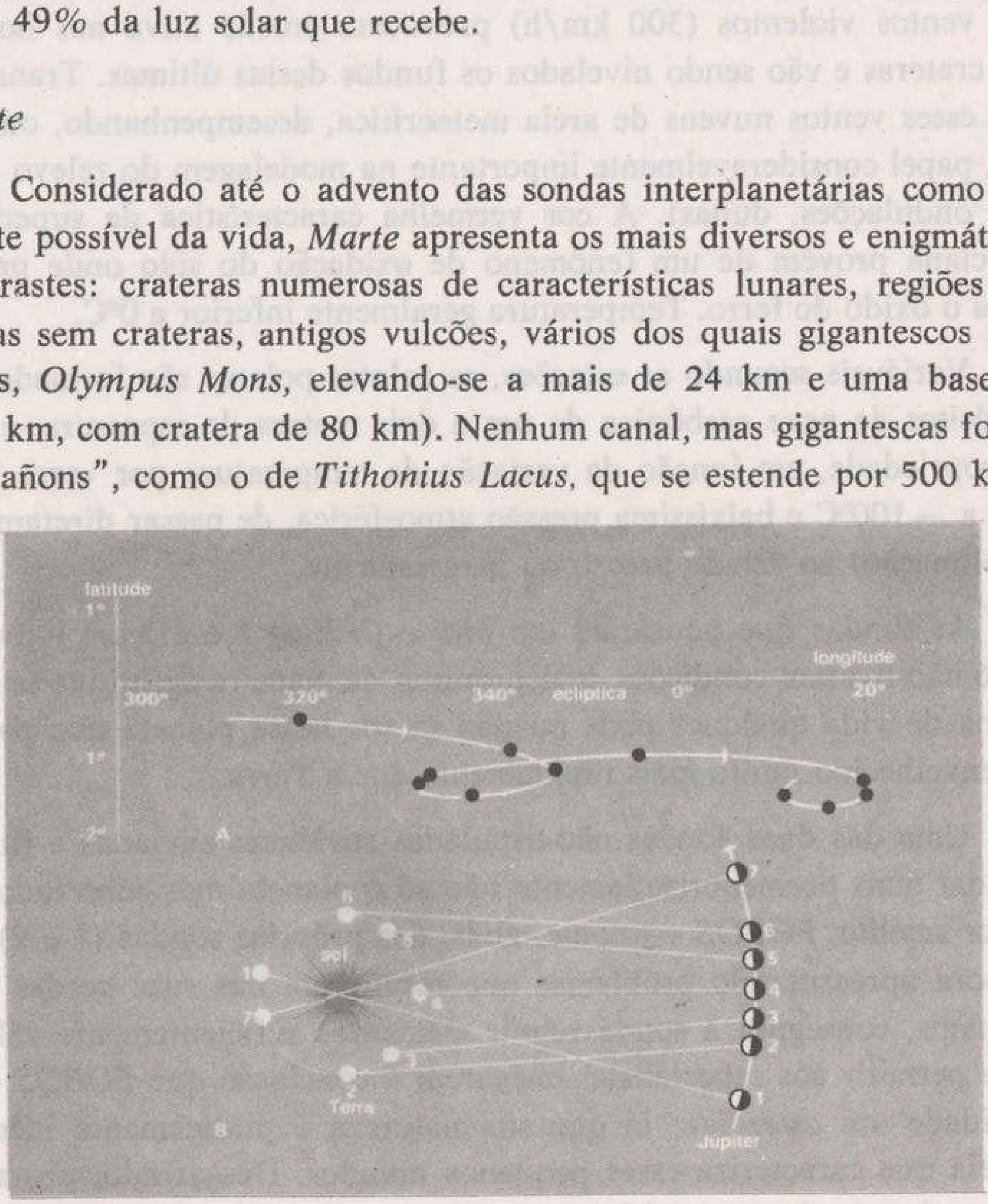
Vênus

Contrariamente à Terra, *Vênus* não parece possuir condições para conter oceanos ou mares. Possui, entretanto, solo firme onde as sondas soviéticas da série "Venera" detectaram a existência de rochas arredondadas muito antigas e outras angulosas de formação recente. O planeta está envolto por espesso manto atmosférico, cuja densidade e composição ocasionam um efeito de estufa. Resulta desse estado de coisas a

ocorrência de elevadíssimas temperaturas (cerca de 475° no mínimo). Quanto aos componentes dessa atmosfera, o gás carbônico ocupa importância predominante com cerca de 95%, seguindo-se o azoto com 4% e um pouco de oxigênio, com 1%. Registrou-se em *Vênus* enorme densidade desses gases e uma pressão resultante igual a 90 atmosferas. A curiosidade principal reside na rotação diferencial dessa atmosfera, da ordem de 4 dias. Quanto ao globo do planeta, orbita ele em 243 dias, no sentido retrógrado. Outra característica importante da atmosfera de *Vênus* é que a parte superior da mesma, e que observamos da Terra, tem um poder de reflexão excepcionalmente elevado já que reflete 49% da luz solar que recebe.

Marte

Considerado até o advento das sondas interplanetárias como baluarte possível da vida, *Marte* apresenta os mais diversos e enigmáticos contrastes: crateras numerosas de características lunares, regiões desertas sem crateras, antigos vulcões, vários dos quais gigantescos (um deles, *Olympus Mons*, elevando-se a mais de 24 km e uma base de 600 km, com cratera de 80 km). Nenhum canal, mas gigantescas fossas e "cañons", como o de *Tithonius Lacus*, que se estende por 500 km e



O porquê do movimento retrógrado de um planeta "superior", isto é, mais afastado do Sol que a Terra.

largura de 120 km. Algumas de suas montanhas alcançam 10 km de altitude. O solo cobre-se por vezes de geada. A atmosfera revela formações de nuvens do tipo cirrus, constituídas de finas agulhas de gelo. A água, que em remotos tempos contribuiu sem dúvida para a formação do solo marciano, já não mais corre à sua superfície pelo fato de a pressão atmosférica agora existente ser insuficiente (menos de 7/1.000º da terrestre) para permitir o estado líquido. Sendo de pouca densidade, não pôde a atmosfera de *Marte* servir de escudo contra os meteoritos, provavelmente muito mais numerosos que aqueles que atingem nosso planeta, que crivaram seu solo. Cerrações, nevoeiros causados por poeiras, ventos violentos (300 km/h) provocam erosão ativa nas bordas das crateras e vão sendo nivelados os fundos destas últimas. Transportam esses ventos nuvens de areia meteorítica, desempenhando, outrossim, papel consideravelmente importante na modelagem do relevo (sulcos, ondulações, dunas). A cor vermelha característica da superfície marciana provém de um fenômeno de oxidação do solo onde predomina o óxido do ferro. Temperatura geralmente inferior a 0ºC.

Variáveis segundo as estações, as calotas polares são formadas de depósitos de neve carbônica de um a dois metros de espessura, e têm a propriedade, em função da variação da temperatura por vezes inferior a —100ºC e baixíssima pressão atmosférica, de passar diretamente (sublimação) ao estado gasoso ou inversamente.

As sondas que pousaram em *Marte* (Viking I e II) em julho de 1976 não tiveram condições de determinar de maneira definitiva se uma forma de vida qualquer pode ou não existir nesse planeta que parece ter envelhecido muito mais rapidamente que a *Terra.*

Uma das duas sondas não-tripuladas soviéticas enviadas a fim de estudar mais pormenorizadamente não só o planeta mas sobretudo seu maior satélite, *FOBOS* — nome, aliás, das próprias sondas (1 e 2), — embora apresentando problemas que resultaram nas suas perdas irreversíveis, conseguiu a sonda reunir elementos suficientemente válidos para permitir aos especialistas chegarem à conclusão que *FOBOS* é na realidade um *asteróide,* já que sua natureza é praticamente idêntica àquela que caracteriza esses pequenos mundos. Desgarrado, provavelmente dotado de uma órbita extremamente excêntrica, que o levou às proximidades do planeta vermelho, sendo finalmente atraído pela maior

massa deste último. Quanto ao outro satélite, menor, *DEIMOS*, nada impede que seja também um asteróide uma vez que sua forma, por sinal bastante irregular, tem tudo para indicar tal natureza. Tais eventos ocorreram em época extremamente remota, nos primórdios da estruturação do Sistema Solar, conhecida como "de acreção".

Os asteróides

De pequeno porte, já que do total, apenas 13 têm um diâmetro superior a 250 km, os asteróides constituem um capítulo à parte, por sinal muito importante, da região do céu em que circulam em maior número. Não possuem atmosfera e, por vezes, revelam possuir formas irregulares. Do grande total de muitas dezenas de milhares sabidamente existentes, cerca de 2.000 acham-se catalogados.

Júpiter

Pelo que sabemos dele, *Júpiter* reúne todas as exigências para ser "um astro que não chegou a ser estrela, um Sol". Isso porque possui massa insuficiente para dar início ao processo de reações atômicas (termonucleares) características das estrelas. Em poucas palavras, *Júpiter* pode ser considerado uma "estrela escura", semelhante às muitas existentes na Galáxia.

Não podemos ver a superfície de *Júpiter* como, aliás, a de todos os demais planetas que se encontram mais distantes que ele. Nossas possibilidades de observação limitam-se, quando muito, às camadas superiores de sua densíssima atmosfera (cerca de 20 km, quando muito) cujos aspectos lembram um pouco os cirrus da nossa. Sabemos que sua constituição principal repousa no amoníaco, cuja temperatura foi registrada como sendo da ordem de −150°C. Em contrapartida, medidas efetuadas pelas sondas que passaram nas suas proximidades constataram recrudescimentos cada vez mais sensíveis à medida que se vai penetrando nas camadas subjacentes 2.000°C, um quilômetro mais baixo; 5.500° a 3.000 km e índices da ordem de 11.000°C a 25.000 km abaixo das nuvens mais elevadas. Admite-se a existência de um núcleo de hidrogênio sólido, com pressões da ordem de 3.000 toneladas por centímetro quadrado, com temperaturas da ordem de 20.000° a 30.000° C. O próprio hidrogênio participa com cerca de 82% e o hélio com

17% na constituição da massa do planeta, enquanto outros, como o acetileno e o metano, participam com percentuais muito inferiores.

Apresenta *Júpiter,* por outro lado, uma emissão, um fluxo radioelétrico variável segundo um período de 12 anos.

Possui *Júpiter,* o maior dos planetas, respeitável cortejo de satélites: 16. Somente quatro deles, porém, são acessíveis aos instrumentos usuais: *IO* (I), *EUROPA* (II), *GANÍMEDES* (III) e *CALISTO* (IV), conhecidos também como "Galileanos", por terem sido descobertos por *Galileu.* Os demais, descobertos através de grandes instrumentos, da fotografia, e sobretudo pelas sondas automáticas *Pioneers* (10 e 11) e *Voyagers* (I e II), de pequeno porte, ou mesmo minúsculos, estão incluídos na lista abaixo:

METIS (XVI)
ADASTREA (XV)
AMALTÉIA (V) — o mais volumoso dentre todos.
PHOEBE (XIV)
LEDA (XIII)
HIMÁLIA (VI)
LISITÉIA (X)
ELARA (VII)
ANANKE (XII)
CARME (XI)
PASIPHAE (VIII)
SINOPE (IX)

O leitor familiarizado com a mitologia clássica verificará que os os nomes desses satélites correspondem a personagens associados às aventuras do Deus dos Deuses do Olimpo helênico, exceção feita à *AMALTÉIA*, nome da cabra que alimentou *ZEUS (Júpiter)* quando pequeno.

Saturno

Irmão gigantesco de *Júpiter,* mas de menor tamanho, também *Saturno,* não passa de aglomerado de gases comprimidos, onde temperaturas baixíssimas (−150°C) dominam em toda linha. O belíssimo sistema de anéis que o caracteriza é ultradelgado já que não ultrapassa 2 km, sendo formado de camadas de corpúsculos de gelo, poeiras de

detritos, verdadeiros satélites. Seu sistema de anéis múltiplos, como acenado, é constituído de mais de cem anéis concêntricos.

No que respeita seu cortejo de satélites, *Saturno,* possuiu sem dúvida o mais numeroso: 21. Trata-se, efetivamente, como ocorre com *Júpiter,* mas de maneira mais evidente, de um verdadeiro "sistema solar" em pequena escala. A lista abaixo, tal qual foi feito com *Júpiter,* incluiu praticamente todos menos os que, em número de 4, por não serem ainda perfeitamente conhecidos, não foram incluídos.

ATLAS (XV)
PROMETEUS (XVI)
PANDORA
EPIMETEUS (XI)
JANUS (X)
MIMAS (I)
ENCELADO (II)
TELESTO (XIII)
CALIPSO (XIV)
TETIS (III)
DIONE (IV)
HELENE (XII)
REIA (V)
TITÃ (VI)
HIPERION (VII)
JAPETO (VIII)
PHOEBE (IX)
(1980 S 27) — Guardião Interior do Anel F
(1980 S 26) — Guardião Exterior do Anel F
DIÔNE B (1980 S 6)
PÃ *

---

* Satélite natural de *Saturno*, cuja existência foi prevista em 1981 e detectada em 1991, após minuciosa análise de fotos remetidas pela sonda espacial *Voyager II*. O descobridor da nova lua é o astrônomo Mark Showalter, da Universidade de Stanford, que divide os créditos com outros dois pesquisadores — Scargle e Cuzzi —, os quais detectaram perturbações gravitacionais em uma das bordas da "divisão de Encke" (a segunda formação de anéis após a "divisão de Cassini"). *Pã* não possui mais que 20 km de diâmetro e seu período orbital ainda não foi estabelecido, ao contrário dos demais. (N.R.T.)

Como ocorre com *Júpiter,* ou mesmo com diversos setores da Astronomia, os nomes atribuídos aos satélites de *Saturno* têm íntimas relações com a tradição mítica que cerca *Saturno,* ou *Urano (Ouranos),* ou ainda *Cronos,* personificação do Tempo, do Céu, da primeira geração de divindades na mitologia clássica. Alguns desses nomes são bastante conhecidos, enquanto que poucos outros nem tanto, *Telesto, Calipso,* entre eles *(Telesto* foi um dos inúmeros filhos de *Príano,* rei de Tróia, pai de *Heitor,* de *Páris,* enquanto que *Calipso* — nome do célebre navio do oceanógrafo J. Cousteau — foi uma das inúmeras filhas de Oceano. . .).

Urano

Urano, descoberto em 1781, por *W. Herschel,* gira com seus 5 satélites, ao contrário. É que seu eixo de rotação encontra-se de tal modo inclinado que, basculado sobre o plano da eclíptica, apresenta essa curiosidade, aliás efetuada também por *Vênus.* Também ele, como *Júpiter* e *Saturno,* é ainda densamente gasoso. Possui, como *Saturno,* anéis também, mas menos imponentes e mesmo invisíveis daqui da Terra.

Quando da passagem da sonda *Voyager II* por suas proximidades, revelou *Urano* diversas particularidades, algumas pertinentes aos canais que sabíamos existir (11, no total) ao redor do planeta. Além dos detalhes de estrutura, mostraram possuir cores diversas. Outrossim, além de estar envolto num halo elétrico ultravioleta, *Urano* mostrou possuir um campo magnético pouco inferior ao da *Terra* mas mais pronunciado que o de *Saturno.* A curiosidade é que esse campo magnético está inclinado segundo um ângulo de 55° com relação ao plano de rotação desse mundo. E se lembrarmos que este último é praticamente deitado, paralelo ao plano de sua órbita ao redor do *Sol,* o que ocasiona a *Urano* voltar ora um pólo ora o outro para o Sol (durante um período de tempo da ordem de 42 anos!) fácil será avaliar a surpresa dos especialistas diante de tais constatações.

Quanto aos satélites, a *Voyager II* descobriu mais 10, elevando com isso o total dos mesmos a 15. Dentre os maiores — *ARIEL* (1.180 km) — *UMBRIEL* (1.220 km), *TITÂNIA* (1.620 km), *OBERON* (1.570 km) e *MIRANDA* (480 km), este último foi, muito provavelmente, o que apresentou maior singularidade. A sua superfície, se-

gundo os especialistas constituiu verdadeiro resumo de tudo o que os demais satélites do Sistema Solar possuem, principalmente no que respeita à atividade tectônica: escarpas com 6 km de altura, "cañons" com 20 km de largura etc. Algo parecido ocorreu igualmente com *TITÂNIA*, enquanto que em *OBERON*, curiosamente, uma só grande e elevada montanha se destaca, enquanto que entre os recém-descobertos satélites, todos bastante craterizados, um deles identificado como "U-1" (os nomes viram-se atribuídos ulteriormente) com 150 km de diâmetro, possui 1/5 de sua superfície ocupado por uma única cratera. A lista geral dos satélites de *Urano* é a seguinte:

CORDÉLIA (VI)
OFÉLIA (VII)
BIANCA (VIII)
CRESSIDA (IX)
DESDÊMONA (X)
JULIETA (XI)
PORCIA (XII)
ROSALINDA (XIII)
BELINDA (XIV)
PUCK (XV)
MIRANDA (V)
ARIEL (I)
UMBRIEL (II)
TITÂNIA (III)
OBERON (IV)

Como facilmente constatado, a tradição mitológica foi quebrada na atribuição dos nomes desses satélites. Dos quatro principais, unicamente *TITÂNIA* é a exceção, os demais associados a personagens, cremos nós, de tragédias de Shakespeare, de peça teatral de *Alexander Pope*. Aliás, e a bem dizer, o próprio nome *Titânia* está na realidade mais associado ao teatro de *Shakespeare* do que à mitologia, já que diz respeito à rainha de igual nome, mulher de *Oberon (Sonho de uma noite de verão)*. Confessamos nosso desagrado por tal quebra de tradição, principalmente se avaliarmos melhor os nomes dos demais satélites de *Urano*. A nosso ver, a primeira geração dos deuses olímpicos ainda teria muitos personagens para serem lembrados...

Netuno *

Identificado graças ao cálculo *(Leverrier, Adams), Netuno* tem a mesma constituição dos anteriores, mas com temperaturas provavelmente mais baixas. Pouco sabemos dele. Dois satélites, *Triton* e *Nereida,* lhe são reconhecidos. *Triton,* maior que nossa *Lua* é aceito como sendo um dos mais densos do Sistema Solar e poderia possuir (pelo menos teoricamente) atmosfera.

A sonda *Voyager II* nos forneceu melhores informações quando de sua memorável aproximação do último grande planeta. Com seus 4.000 km de diâmetro, o que o torna um dos maiores satélites do Sistema Solar, pouco menor que nossa *Lua, TRITON,* que requer 162 anos para completar uma volta ao redor de *Netuno,* e constituir provavelmente um dos lugares mais frios do sistema planetário, com uma superfície onde crateras são relativamente escassas mas revelando possuir uma atividade tectônica importante, como sismos, lagos de gelo, montanhas, vulcões. Os últimos não de matéria incandescente mas de gelo, verdadeiros *geisers* de gelo petrificado com 6, 7 ou mesmo 8 km de altura. *TRITON,* dizíamos, possui uma atmosfera onde predomina o azoto, o metano, assim como o óxido de carbono. Quanto a nuvens, são elas constituídas de metano e se encontram em elevadas altitudes. Em suma, um estado de coisas comparável — dizem os especialistas — ao que ocorre com *Titã,* o grande satélite de *Saturno* mas, repare-se, com características próprias.

---

* *Netuno* é o quarto maior planeta do nosso Sistema Solar, com um diâmetro aproximado de 50.000 km. Foi descoberto através de cálculos matemáticos antes da observação ótica. Os astrônomos John C. Adams e Urbain Leverrier, separadamente, notaram que a alteração na órbita de Urano devia-se à interferência de um corpo mais distante do Sol. Johann Galle foi quem primeiro observou o planeta com base nos cálculos anteriormente efetuados.

A sonda *Voyager II,* além de registrar mais seis satélites naturais de Netuno, confirmou a existência de um conjunto de anéis ao seu redor, bem como sua composição gasosa por elementos voláteis (hélio, amônia, metano, hidrogênio, nitrogênio e outros) e seu núcleo rochoso.

Netuno dista do Sol cerca de 4,5 bilhões de Km, sua translação é de 164 anos e 280 dias terrestres, e sua rotação de 17,7 horas. *Triton,* seu satélite, orbita em sentido contrário das demais luas e do próprio planeta, com temperaturas estimadas em −240°. (N.R.T.)

Quanto ao cortejo de satélites que a sonda revelou, pouco menos numeroso, pelo menos aparentemente, que o de *Urano*, um número de seis viu-se acrescido aos já conhecidos *TRITON* e *NEREIDA*. Como não poderia deixar de ser, são eles de reduzidas dimensões sendo conhecidos por número (seus nomes ficaram de ser encontrados) a saber:

1989 N 1
1989 N 2
1989 N 3
1989 N 4
1989 N 5
1989 N 6

Façamos votos para que tais nomes tenham algo a ver com o poderoso deus das águas — *NETUNO (POSSEIDÃO, POSEIDON,* o irascível irmão de *Júpiter (Zeus)* cujo vasto império e numerosíssimos súditos constituem mina inesgotável de nomes, de mitos e de tradições.

Plutão

Praticamente desconhecido em suas particularidades salvo, talvez, por ser alvo de frios intensíssimos (cerca de −200°C) e por possuir densidade elevada. Ultimamente a sua duplicidade viu-se considerada, tendo seu companheiro recebido o nome de *Caronte*. Se exato, *Plutão,* o Hades dos gregos, guardião dos infernos, e *Caronte,* o canoeiro conduzindo as almas através do Stix, rio do esquecimento, da morte, estariam muito bem representados já que *Plutão* marca os limites extremos do sistema.

PLUTÃO, à semelhança da *Terra,* possui um satélite, *CARONTE*. Aqui também, a tradição mitológica foi mantida: *Plutão,* o deus do Hades, do Inferno, tem a orbitá-lo *CARONTE,* o canoeiro transportador das almas através do Estige, o rio da morte. Se no caso do sistema *Terra-Lua* tínhamos no que respeita às dimensões um caso até bem pouco único no Sistema Solar, o sistema *PLUTÃO-CARONTE* é algo mais notável: 2:1 contra 4:1 leva facilmente a palma. É que para tanto, se o planeta tem cerca de 2.000 km segundo as últimas medições, seu satélite teria o respeitável diâmetro da ordem de 1.200 km! Em nenhum outro caso constatou-se tal relação, secundado, como sabemos, pelo nosso planeta e a *Lua*.

Paradoxalmente, tal constatação não se viu obtida através de engenhos não-tripulados. A bem dizer, nenhum artefato humano se aproximou desse distante mundo, o último até agora conhecido, para constatar essa e outras particularidades. O feito foi conseguido daqui da *Terra,* através do clássico telescópio e, naturalmente, da análise fotográfica.

Aliás, foi dessa análise que se constatou um fato curioso acerca de *CARONTE:* seu movimento mostra-se praticamente sincronizado com o período de rotação de *PLUTÃO,* de maneira que sempre permanece no céu de um mesmo hemisfério! Esse duplo movimento é realizado em pouco mais de seis dias.

Revelando possuir uma órbita pronunciadamente excêntrica, o que o leva — como ocorre presentemente — a ficar mais perto do *Sol* do que *Netuno,* e desta última ter uma inclinação sobre o plano geral do Sistema Solar da ordem de 17°, *PLUTÃO* revela possuir também um envelope gasoso, uma atmosfera, em que o metano constituiria a maior percentagem.

Curioso, enigmático até, o remotíssimo sistema *PLUTÃO-CARONTE* deverá, acreditamos, ser objeto das futuras explorações que a ciência do século XXI sem dúvida nenhuma empreenderá para conhecer melhor os confins do Sistema Solar.

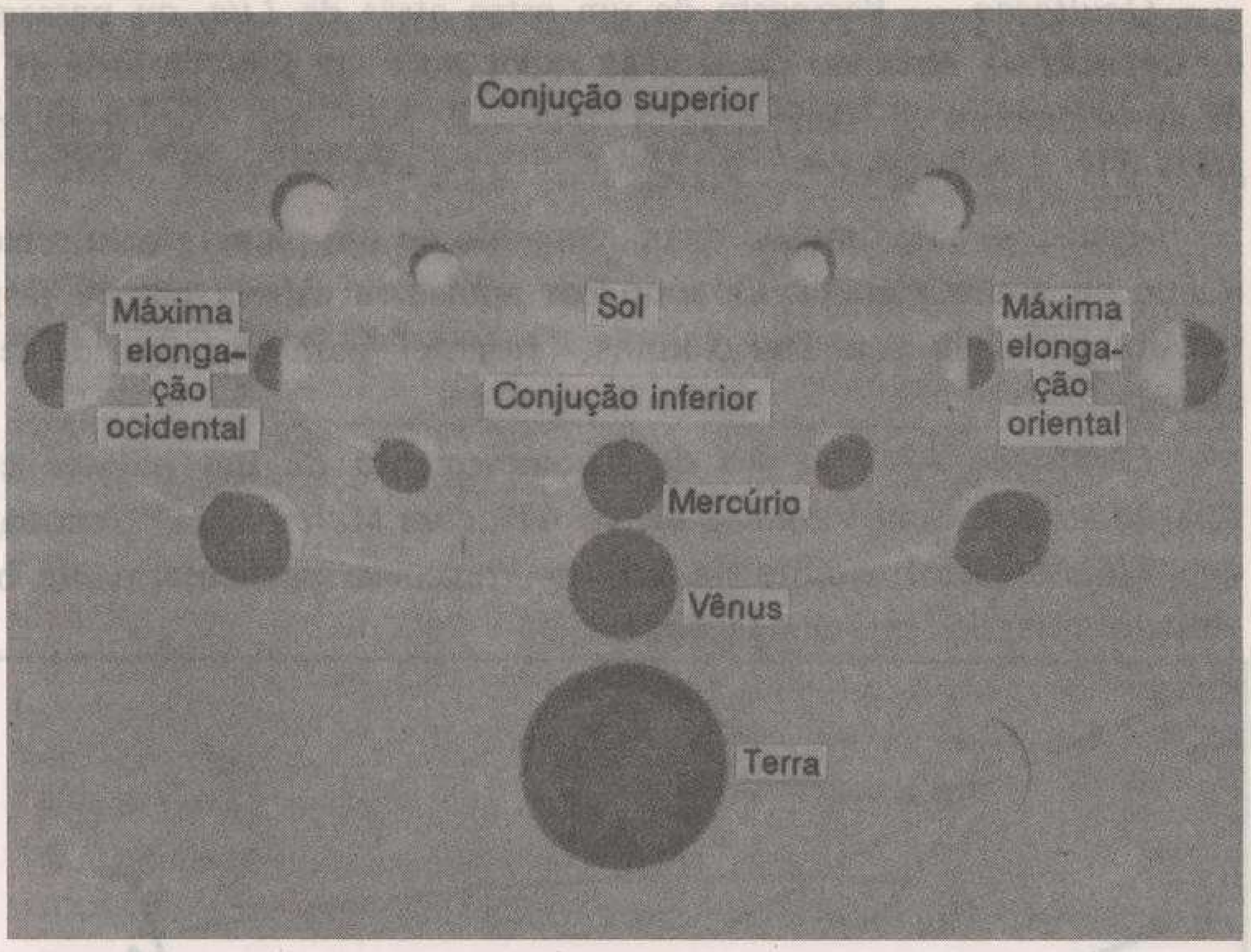
À guisa de vocabulário planetário auxiliar

Antes de passarmos à observação de alguns desses planetas, vejamos alguns elementos que poderão auxiliar o leitor para melhor avaliação do problema.

Planeta inferior — Diz-se de um planeta cuja órbita é menor que a órbita terrestre, como são os casos de *Vênus* e *Mercúrio.*

Planeta superior — Atribuído à órbita maior que a terrestre, como é o caso de todos os planetas mais distantes que a *Terra* com relação ao *Sol.*

Planeta em oposição — Diz-se de um planeta cuja posição o situa oposto ao *Sol* com relação à *Terra.* Em outras palavras, a 180° do astro central.



Como vemos, os planetas "inferiores", isto é, Mercúrio e Vênus.

Planeta em conjunção (inferior ou superior, conforme o caso) — Quando esse se encontra entre a *Terra* e o *Sol,* tornando-se inobservável. Conjunção inferior, ocorre com os planetas interiores *Mercúrio* e *Vênus,* e conjunção superior com os demais.

Planeta em quadratura — Diz-se do planeta cujo posicionamento forma um ângulo reto (90°) com o *Sol.* Quando em quadratura, *Marte* tende a apresentar ligeira fase (cerca de 1/7°).

Órbita — Trajetória ao redor do *Sol.*

Rotação direta — No mesmo sentido dos ponteiros de um relógio para o observador situado no hemisfério Sul.

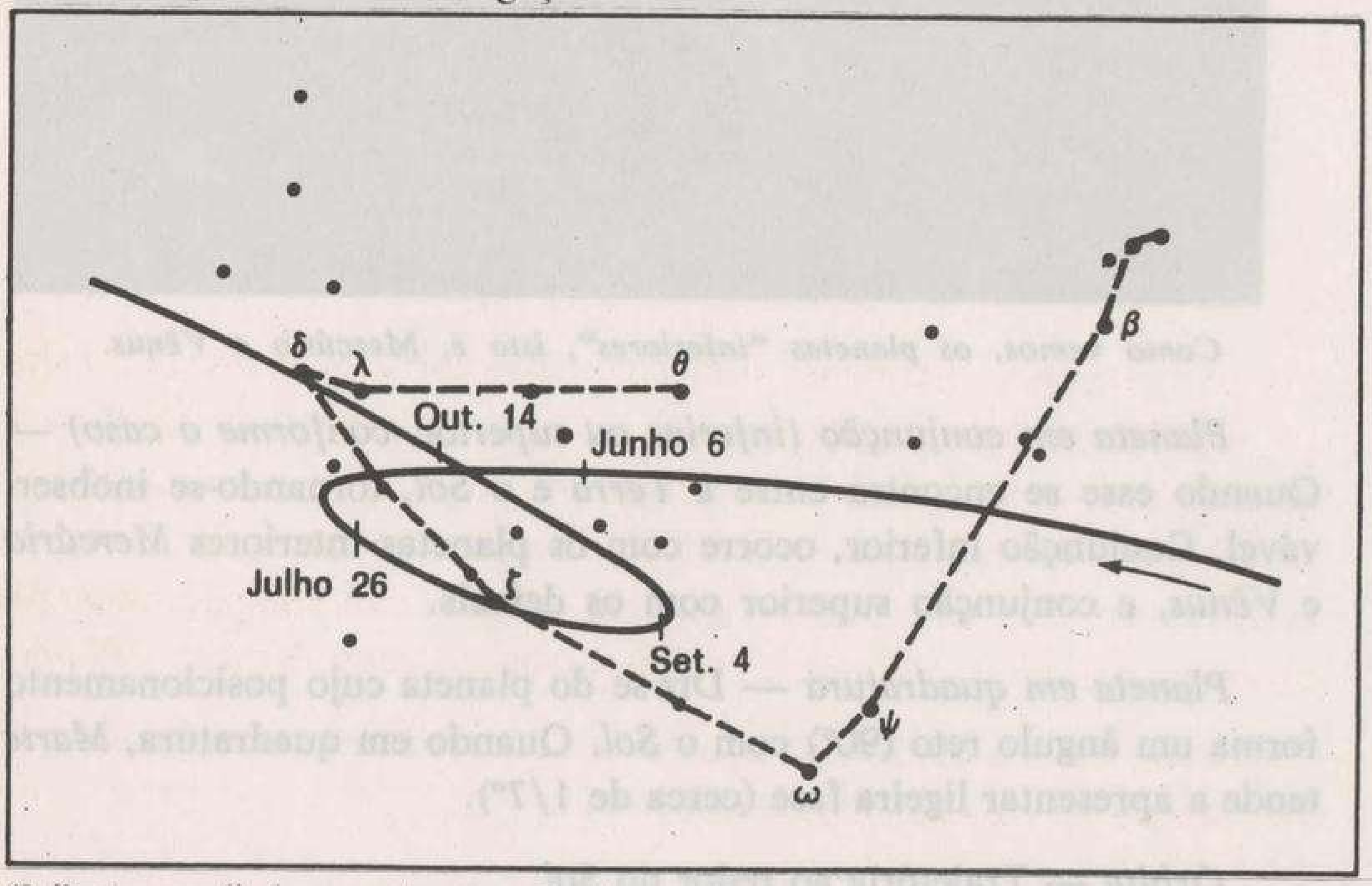
Rotação retrógrada — No sentido dos ponteiros do relógio.

Nota: Nosso planeta gira no sentido direto, de oeste para leste, sobre seu eixo em sua órbita ao redor do *Sol,* enquanto que o movimento aparente da esfera celeste em 24 horas é realizado no sentido retrógrado, ou seja da direita para a esquerda para o observador que, como nós, se encontra no hemisfério Sul.

Ocultação — Passagem de um astro atrás da *Lua,* ou passagem de um satélite atrás do planeta ao redor do qual gira. O instante do desaparecimento é denominado *imersão* e o do reaparecimento, *emersão.*

Apulso — Máximo de distanciamento de um planeta com relação à *Lua* ou a um planeta. Quando em apulso, a estrela parece raspar um dos pólos da *Lua.* Daí o nome, "rasante" para esse tipo de fenômeno.

Elongação — Máximo de distanciamento de um planeta com relação ao *Sol.* Com *Vênus,* é ele de 47°, com *Mercúrio,* 17°, enquanto que *Titã,* o maior satélite de *Saturno,* revela-se particularmente bem situado quando em elongação.



O "vai-e-vem" de um planeta. Como se explica o deslocamento de um planeta exterior através do céu. Trata-se de um efeito de perspectiva ocasionado pelo movimento da Terra ao redor do Sol.

Movimento retrógrado — Diz-se que um planeta está "retrógrado" quando do período em que, após ter-se deslocado do Oeste para Leste, desloca-se por algum tempo no sentido oposto. Entre o movimento direto e o retrógrado, o planeta experimenta a fase conhecida como *estacionário.* Esse comportamento é unicamente atribuível ao movimento da *Terra* e evidentemente à posição do observador com relação ao planeta.

4

OS PLANETAS E (QUANDO ACESSÍVEIS) SEU ESTUDO

Os mundos vizinhos: Marte — Vênus — Mercúrio

Ao dizermos "vizinhos" utilizamos uma força de expressão. Falar da vizinhança dos mundos citados alcança algum sentido já afora a questão dos vazios que deles nos separam, sob muitos aspectos respeitáveis, revelam eles possuir particularidades semelhantes à *Terra* na constituição, nos seus relevos, nos seus detalhes se compararmos aos gigantescos *Júpiter, Saturno,* e os remotíssimos *Urano, Netuno* e *Plutão.*

Esta, pois, a razão que nos levou a classificar como "vizinhos" os planetas que passaremos a considerar.

Marte

Um elemento que, de pronto, torna esse mundo comparável à *Terra* é sua densidade igual a 3,8 vezes a da água. Envolto de delgada e pouco densa atmosfera, é Marte um mundo que sofreu envelhecimento precoce.

Seu diâmetro aparente varia entre 3 e 25 segundos de arco, extremos que se explicam pela pronunciada excentricidade de sua órbita.

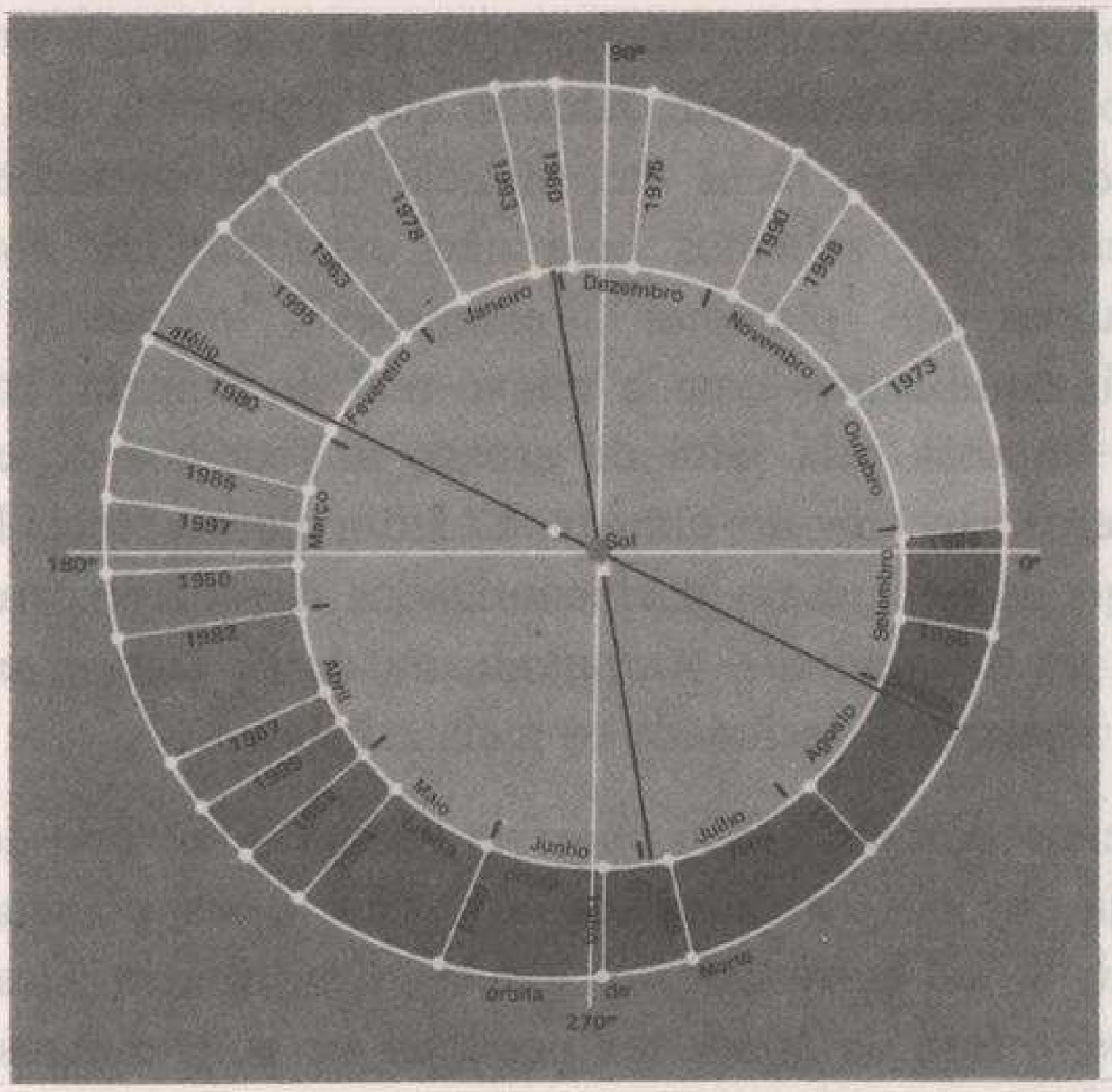
As aproximações, por conseguinte, são demoradas, produzindo-se todos os 780 dias, ou a cada *dois* anos terrestres. Entretanto, como conseqüência da diversidade de velocidades orbitais (*Terra,* 30 km/seg.; *Marte,* 24 km/seg.) e da mencionada excentricidade, é unicamente a cada 15 anos pelo menos que ocorrem as melhores "oposições", ditas *periélicas.* O diâmetro aparente descresce, então, rapidamente após as duas ou, por vezes, três semanas favoráveis à observação, o que ocasiona, é bom notá-lo, limitações extremas para o emprego dos telescópios habitualmente encontrados nas mãos dos amadores.

Mesmo quando das melhores condições de observação, o estudo de *Marte não se acha ao alcance dos refratores inferiores a* 75 mm de abertura. Quando estas ocorrem, faz-se indispensável um aumento de pelo menos 60 vezes para distinguir, e ainda com reservas, o minúsculo ponto branco representado pela calota polar sobre o disco rosa-alaranjado. O referido instrumento, armado com 150 x, começará a permitir a visualização das principais configurações marcianas, mas isso sem quaisquer detalhes.

Observações mais racionais exigem instrumentos de 100 mm (se refratores) ou mesmo de 200 mm (se refletores) e assim mesmo sob condições favoráveis. Certas variações de intensidade nas tonalidades das manchas poderão ser registradas mas, claro, os decantados "canais", ilusão de óptica responsável direta pelos rios de tinta que caracterizaram a história do planeta, da areografia, estarão fora do alcance. Atenção: *Marte* não suporta que o aumento seja forçado em excesso, já que é, reconhecidamente aliás, um mau objeto telescópico. A imprecisão, a indefinição dos aspectos de *Marte* é algo clássico, sobretudo para o amador e principalmente quando ele se inicia nesse gênero de observação. Não deve este último intentar ver a qualquer preço, já que isso de nada lhe adiantará. Não devemos esquecer que nossa observação é efetuada através de *duas* atmosferas, a nossa e a de *Marte,* e que os elementos mais atrás comentados estão mais do que nunca presentes com relação à observação dos planetas, de *Marte* em particular.

A rotação de *Marte,* já a conhecemos, é cerca de 37 minutos mais longa que a da *Terra.* Desse modo, se observarmos esse planeta durante várias noites seguidas e à mesma hora, vamos constatar sempre a mesma região no campo de nosso telescópio, mas apresentando ligeiro atra-

so. Serão necessários 40 dias para voltar a observar os mesmos aspectos do planeta. Esse fator é, como se pode ver, um dos que associam *Marte* ao nosso mundo.



Órbitas de Marte e da Terra (interior) e as posições de maior e menor aproximações entre os dois planetas. Estas ocorrem a cada 15 ou 17 anos.

Com instrumentos de abertura moderada, de 300 a 400 mm, é possível reunir elementos para permitir a elaboração de um verdadeiro mapa-múndi de *Marte*. Os detalhes visíveis são, então, mais bem definidos sendo que não raro, mercê de condições atmosféricas favoráveis, tudo o que pode ser registrado à superfície de um globo distante ainda 56.000.000 km, ponto esse de mínima aproximação, passa a ser visualizado. Nessas ocasiões, raras, por sinal, alterações de matizes, de tonalidade, diminuição de intensidade aqui, aumentos ali ou acolá, presença de nevoeiros esbranquiçados, de véus mais ou menos densos, amarelados, retração, fusão das calotas etc, constituem o conjunto de fenômenos que, à distância, caracterizam o comportamento desse mundo.

As diversas regiões de *Marte,* praticamente estáveis, ou que experimentam alterações através dos séculos, receberam denominações que constituem a sua nomenclatura. Tratam-se de nomes emprestados à mitologia, à geografia clássica, à Bíblia... Encontram-se ali nomes

como HELLAS, PROPONTIS, CHRISE, SIRENUM, ACIDALIUM, AMAZONIS... e, recentemente, em decorrência das constatações verificadas através das sondas que orbitaram e pousaram naquele mundo, ocorreu uma profunda alteração não nos nomes propriamente ditos mas, o que é interessante, naquilo que representavam. Assim, em lugar de *mare, fretum, lacus* etc, ou seja de denominações que lembram acidentes que sabemos hoje não existirem em *Marte,* foram elas substituídas por "planícies", "extensões", "montes", "chapadas" etc etc, mais condizentes com o relevo real do planeta. Infelizmente. a limitação imposta pela falta de espaço impede-nos de estender-nos sobre inúmeros aspectos do planeta. O leitor para apreciá-los em seus contornos gerais ou mesmo pormenorizados deverá recorrer aos célebres mapas de *Schiaparelli, Antoniadi,* ou de *C. Capen,* ou ainda da NASA, que abarcam à saciedade os mais exigentes.

O desenho do que é dado observar requer o máximo de condições favoráveis já que nos encontramos no estudo desse planeta, provavelmente o mais difícil entre todos os demais. Contribuem para isso, afora os já citados, o fato de *Marte* ser pequeno em suas dimensões, que se diluem na distância. Não será demais dizer aqui que esse diâmetro, mesmo quando no máximo de sua aproximação, equivale a uma laranja de 10 cm de diâmetro distante 820 metros. Comparada com aquela da *Lua* — por sinal melhor visível a olho nu que *Marte* num bom telescópio — o planeta avermelhado, o planeta do mistério, como o chamamos, há mais de 20 anos, encontra-se ainda cerca de 150 vezes mais distante.

Quanto à reprodução pelo desenho dos detalhes entrevistos, recomenda-se reproduzir somente aqueles *efetivamente* distinguidos. Outra coisa, o posicionamento de tais detalhes é fundamental. Cuidado com a colocação da calota e das sombras com relação à distância do limbo. Levar em conta a inclinação do eixo de rotação (igual a 25° aprox.). Para melhor definição, recorrer ao emprego de *filtros,* sobretudo alaranjados, ou mesmo avermelhados. O conhecimento das características desses filtros auxiliará, enriquecerá os elementos da observação. Se possível também, utilizar os azuis densos (como o 47 B, da série *wratten,* da Kodak) que permite a visualização das chamadas nuvens "azuis", observáveis como brancas através desses últimos filtros.

Cuidar igualmente do registro de véus eventuais, esbranquiçados, próximos dos limbos ou, por vezes sobre regiões vizinhas dos pólos. Anotar os diversos graus de escurecimento experimentados pelas mais diversas regiões marcianas. Utilizar para tanto a *escala fotométrica* de *G. de Vaucouleurs* citada páginas atrás e que, em *Marte,* é utilizada com grande desempenho. Recordar que *0* é o valor atribuído à calota e que *10* diz respeito ao fundo do céu. Normalmente, o máximo de intensidade se situa entre 6 ou talvez 6.5, raramente além disso, embora certas regiões (*Syrtis Major,* entre elas) possam revelar-se com índices da ordem de 7 e mesmo 8, como muitas vezes registramos. No resto, a média situa-se por volta de cotas iguais a 1.5, ou seja, 2/3 de toda a superfície do planeta.

Acompanhar o recesso da calota polar então em evidência. Quando em pleno inverno, podem elas alcançar 60 graus de latitude (em *Marte,* 1.º é igual a 60 km, enquanto que na *Terra* é ele equivalente a 111 km aproximadamente). E se o instrumento utilizado for de mediana abertura (300 mm ou mais), tentar registrar a fusão que põe a descoberto certos detalhes da calota.

O que podemos ver em Marte

Refrator de 50/60 mm ∅ — Quando de oposições favoráveis *(periféricas),* e com aumentos da ordem de 100 x, a calota polar é visualizada como pequeno ponto branco. Desigualdades de brilho no disco do planeta.

Refr. de 75 mm Telesc. 120 a 150 mm ∅ — Nessas mesmas condições, com 150 x pelo menos algumas manchas principais *(Syrtis Magna, Sinus Sabeus, Mare Acidalium...)* começam a ser entrevistas. Fases do planeta quando este estiver em quadratura.

Refl. 200/300 mm — Com 200 x, as variações apresentadas pelas calotas polares, o estudo das modificações de coloridos, e de aspectos de certas regiões do planeta etc, poderão ser empreendidas, quando, bem entendido, das oposições *periélicas.*

Lembramos ao leitor que as últimas oposições *periélicas* tiveram lugar a 10 de julho de 1986 e a 28 de setembro de 1988. Gradativamente, pois, *Marte* vai se tornando objeto cada vez mais favorável.

* * *

O observador e a tabela auxiliar de determinação do MC

Marte é o único planeta que oferece, efetivamente, pontos de referência para a determinação de seu MC (meridiano central) e, conseqüentemente, de seu período de rotação. O meridiano 0, em *Marte,* corresponde a um ponto situado entre as duas "pontas" do *Sinus Meridiani (Golfo do Meridiano),* ou mais exatamente *Fastigium Aryn,* espécie de "promontório" cuja ponta marca exatamente o zero das longitudes marcianas. A notar que sua visualização está reservada a instrumentos de mediana potência e, sobretudo, de excelentes condições de visibilidade e transparência. Esse ponto de referência, evidentemente, possibilita a determinação de qualquer outro já que permitiu estabelecer o período exato de rotação do planeta. Uma tabela foi, pois, elaborada de maneira a permitir, quando de uma observação, determinar qual a região então voltada para o observador, para a Terra. Bastará a este último consultar um Anuário Astronômico a fim de saber para uma data qualquer *a longitude do meridiano 0 quando do momento da observação.* Todo Anuário indica esse elemento, sobretudo quando dos períodos de melhor visibilidade de *Marte.* Indicamos, a seguir, a tabela auxiliar.

Horas / Rotação	Horas / Rotação	Horas / Rotação
1 ..... 14°,62	9 ..... 131°,58	17 ..... 248°,55
2 ..... 29°,24	10 ..... 146°,21	18 ..... 263°,17
3 ..... 43°,86	11 ..... 160°,83	19 ..... 277°,79
4 ..... 58°,48	12 ..... 175°,45	20 ..... 292°,41
5 ..... 73°,10	13 ..... 190°,07	21 ..... 307°,03
6 ..... 87°,72	14 ..... 204°,69	22 ..... 321°,65
7 ..... 102°,34	15 ..... 219°,31	23 ..... 336°,27
8 ..... 116°,96	16 ..... 233°,93	24 ..... 350°,89

Minutos / Rotação		Minutos / Rotação		Minutos / Rotação	
1	0°,24	6	1°,46	15	3°,66
2	0°,49	7	1°,71	20	4°,87
3	0°,73	8	1°,95	30	7°,31
4	0°,97	9	2°,19	40	9°,75
5	1°,22	10	2°,44	50	12°,18

A utilidade de tal tabela parece evidente. Com ela pode o observador determinar a região de *Marte* visível no disco ou, como ocorre freqüentemente, obliterada por véus que sempre se fazem presentes na face do planeta. Aliás, reside aí, talvez, a grande importância da determinação já que fornece ao observador as condições locais da região visualizada, suas modificações com relação a uma observação anterior etc. Recorre-se, então, ao TU (Tempo Universal), ou seja ao tempo de Greenwich (GMT), já que a hora da passagem do meridiano 0 de *Marte* diz respeito ao nosso meridiano central, o meridiano 0, de Greenwich (Inglaterra) conforme acordo internacional. A notar que o mesmo é feito com relação a *Júpiter,* a *Saturno* ou com qualquer outro tipo de observação em que tal sistema de registro de tempo é solicitado.

Pois bem, suponhamos que consultando um Anuário Astronômico tenhamos verificado que o meridiano 0 de *Marte* passou num dia qualquer de uma oposição favorável, a 1h 50m TU (Greenwich). Pelo fatos de nos encontrarmos a cerca de 45° Oeste desse ponto de referência, é claro que teremos de levar em consideração a defasagem resultante, já que à hora da observação o citado meridiano 0 terá há muito se deslocado do ponto referencial. Levando em conta que a cada 15° de longitude corresponde um período de tempo igual a 1 hora, há que convir que os 45° de longitude de diferença ocasionarão um desvio de 3h de tempo. Assim sendo, se o meridiano 0 de *Marte* passou a 1h 50m TU ainda serão 22h 50m do dia anterior para nossa região *. Esse pequeno detalhe precisa ser bem considerado pelo lei-

---

* Atenção, contudo! O leitor deverá levar em conta sua longitude e, conseqüentemente, o seu Tempo em função de Greenwich. Um observador do extremo Oeste do Amazonas ou do Mato Grosso não terá o mesmo tempo de outro localizado em Trindade, Fernando de Noronha.

tor. Outrossim, como tempo computado é em TU *também o da observação deverá ser em TU*, característico por sinal de toda observação astronômica. Dessa forma, de posse dos dados acima, podemos expor nosso pequeno cálculo como segue:

Passagem do MC (meridiano 0) de *Marte* ..... 23h 50' TU
Hora da observação, devidamente corrigida ocorrida
às 19h 30' (+ 3h) ..... 22h 30' TU
Longitude do MC (= deslocação em longitude) ..... 1h 20'

Nota — Por esses dados poderemos verificar que o MC *ainda não cruzou o centro do disco quando de nossa observação* já que, pelo Anuário, sua passagem ocorrerá *posteriormente.*

Em decorrência, pela tabela que possuímos
Movimento em 1 hora ..... 14°,62
Movimento em 20 minutos ..... 4°,87
19°,49

Este último valor indica a longitude do MC, o meridiano 0 de *Marte* que irá permitir, num mapa de *Marte,* saber qual a região que se encontra no centro do disco no momento da observação. Esta, se verificada, corresponderá a *Margaritifer Sinus* (a *Baía das Pérolas),* clássica formação essa da nomenclatura areográfica.

Quanto à observação propriamente dita, à reprodução dos aspectos visualizados uma recomendação faz-se indispensável: *nada de uma reprodução artística mas falsa!* Após um certo período de adaptação à ocular, a fim de permitir avaliação global por parte do olho daquilo que é dado registrar, esboçar os detalhes mais evidentes, mais contrastados, tomando precauções — o que é de suma importância — para situá-los o mais exatamente possível no gabarito, via de regra grande demais em função das dimensões da imagem telescópica. O observador verificará que isso não é fácil, sobretudo quando não dispuser de acompanhamento horário no seu instrumento. A manobra ocular-gabarito e gabarito-ocular irá exigir atenção redobrada de maneira que, no começo, os resultados serão sem dúvida maus, ou pelo menos sofríveis. Para facilitar a tarefa, não esquecer de prover a prancheta de desenho de um pequeno sistema de iluminação, com luz dirigida, de preferência vermelha, o que irá facilitar enormemente as novas

funções do olho. Mais ainda: se puder fixar esse sistema à cabeça, mediante um suporte (tipo médico-oculista), melhor ainda já que isso deixará livres ambas as mãos, com apreciável rendimento para as manobras, sempre presentes e necessárias, do telescópio etc etc.

Uma palavra ainda acerca do material de desenho. Utiliza-se o lápis mole, o esfuminho a fim de conseguir os sombreados. As dimensões do gabarito deverão estar diretamente em função das condições de visibilidade, ou melhor dizendo, do diâmetro angular do planeta. Numa oposição *periélica,* favorável, não parece ser de bom alvitre ir além de 2" (50 mm) de diâmetro para os gabaritos utilizados. Como o período é curto (trata-se do fator negativo por excelência de *Marte!)* a variação do diâmetro angular aparente será rápida. Mandam alguns especialistas preparar *antes* alguns gabaritos, segundo uma escala equivalente a 0,1 " (3,0 mm) por " de arco. Tal operação, contudo, não é muito fácil. Recomenda-se realizá-la numa escala quatro vezes maior, reduzindo fotograficamente os resultados. Sem querer complicar ao extremo o procedimento, o observador, sobretudo principiante, deverá antes, isto sim, cuidar de exercitar-se na difícil técnica de observação do planeta, tratando, outrossim, de respeitar a orientação do gabarito em função do posicionamento das regiões areográficas ao telescópio. Não deverá, conseqüentemente, esquecer que o eixo de rotação de *Marte* é sensivelmente inclinado em 25°. Assim, o posicionamento das formações precisará ser bem cuidado, primeiro o da calota polar, em seguida das formações maiores visíveis no centro do disco e, por fim, aquelas próximas ao limbo, sempre menos bem delineadas. Não esquecer que *Marte* possui uma atmosfera saturada com freqüência de véus e nevoeiros. Evitar ao extremo a tendência de situar uma dada formação muito ao Norte, ao Sul, a Leste ou a Oeste no gabarito. Em suma, guardar os espaços e respeitar as proporções.

Marte, melhor do que os demais planetas, reúne as condições de fazer "fotometria planetária". O sistema de G. de Vaucouleurs continua válido e diz respeito ao emprego de sistema, talvez um pouco empírico mas funcional, de considerar a calota polar igual a 0 (zero) e o fundo do céu circundante igual a 10. A grande maioria das formações de *Marte apresenta,* em média, um índice fotométrico igual a 1,5, sendo que algumas, excepcionalmente, alcançam 6 ou talvez 7.

Isto em termos gerais, note-se. A calota, por sua vez, mostra-se de tal modo resplandecente que um efeito subjetivo a faz projetar-se fora do disco. Trata-se, porém de uma ilusão de óptica por efeito de contraste com o fundo do céu, sempre negro, sempre igual a 10. Outrossim, 2/3 da superfície marciana têm uma tonalidade rosa-ocre, o 1/3 restante atribuído às formações ditas permanentes, "seculares".

Desse modo, parece interessante ao observador acompanhar sua observação com uma determinação fotométrica das regiões observadas. Evidentemente, só poderá empreender tal programa uma vez familiarizado com os aspectos do planeta, com sua visão de conjunto, algo difícil, convenhamos.

Completamos nossa exposição referente a *Marte,* com diversos dados, mapas e gabaritos (inclusive um visando a fotometria do planeta), assim como alguns elementos associados ao emprego de filtros que, com *Marte,* comportam-se muito bem. Antes, contudo, um pequeno detalhe relativa às dimensões da imagem do astro ao telescópio, e uma comparação com o diâmetro aparente da *Lua.* Esta, como sabemos, subtende um diâmetro da ordem de meio grau, ou mais exatamente 31" de arco. Se considerarmos que o planeta ora estudado pode sofrer variações no que tange seu diâmetro aparente, que vai de um mínimo de 4" (quando das conjunções com o Sol) até um máximo de 25" (oposições *periélicas* totais, máximas), iremos verificar que para igualar, quando da observação desse planeta, o diâmetro aparente de nosso satélite, faz-se necessário um aumento da ordem de 85 x pelo menos. Entretanto, como as oposições *periélicas* máximas são raras (cada 15 ou mesmo 17 anos), esse valor é mais indicado para as oposições ditas intermediárias, quando então, *Marte* oferece um disco de 16" a 18" de arco. Como a imagem do mesmo, seu disco é conseqüentemente reduzido, ocorre a tendência de ampliar o fator do aumento ocorrendo de pronto as limitações impostas à resolução óptica em virtude dos fatores já conhecidos da turbulência atmosférica e outros, que fazem de *Marte,* como acenado, o mau objeto telescópico que o caracteriza.

FILTROS — Como ficou dito, o emprego de filtros é recomendado na observação desse planeta. Para orientar o leitor incluímos

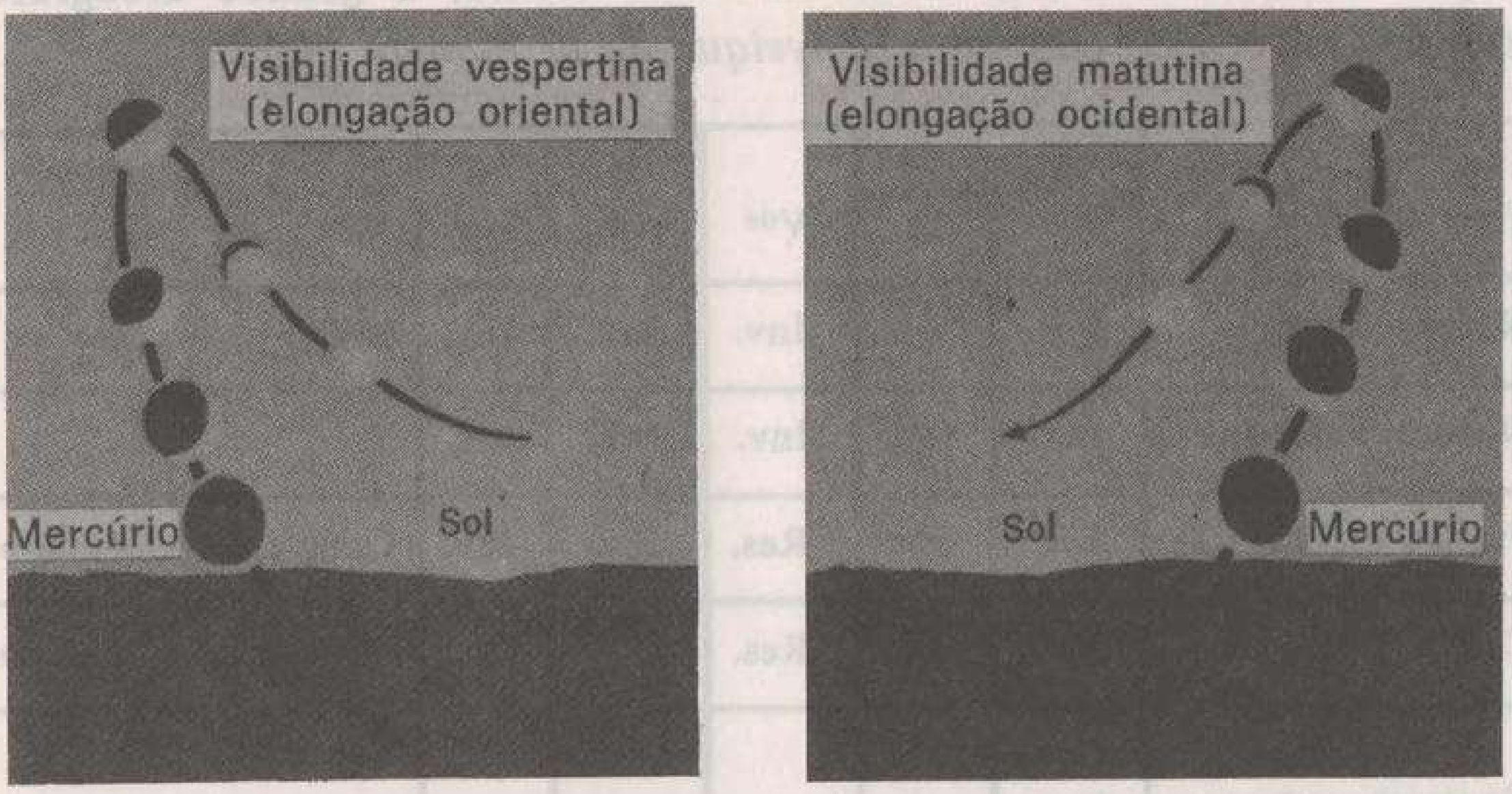
pequena tabela atribuída a *G. de Vaucouleurs*, o grande areógrafo francês, astrofísico eminente *(Physique de la Planète Mars)*.

Tipo de observ.	FILTROS		Vde	Am.	Lar.	Vlho
	Vta	Az				
Nuvens "azuis"	V	V	Inv.	Inv.	Inv.	Inv.
Nuvens amarelas	Inv.	Inv.	Inv.	Inv.	Inv.	V
Franja escura	Inv.	Inv.	Res.	Inv.	Inv.	Contraste aumentado
Calota Polar	Res.	Res.	Res.	Inv.	Inv.	Contraste aumentado
Contraste entre mares e desertos	Contraste 1	2	3	4	5	6***
Mudanças de cor (albedo)	...	...	1	...	...	2

Notas: *** 6 = contraste máximo — 1 — contraste mínimo
Albedo 1 (luz verde)
Albedo 2 (luz vermelha)

Mercúrio

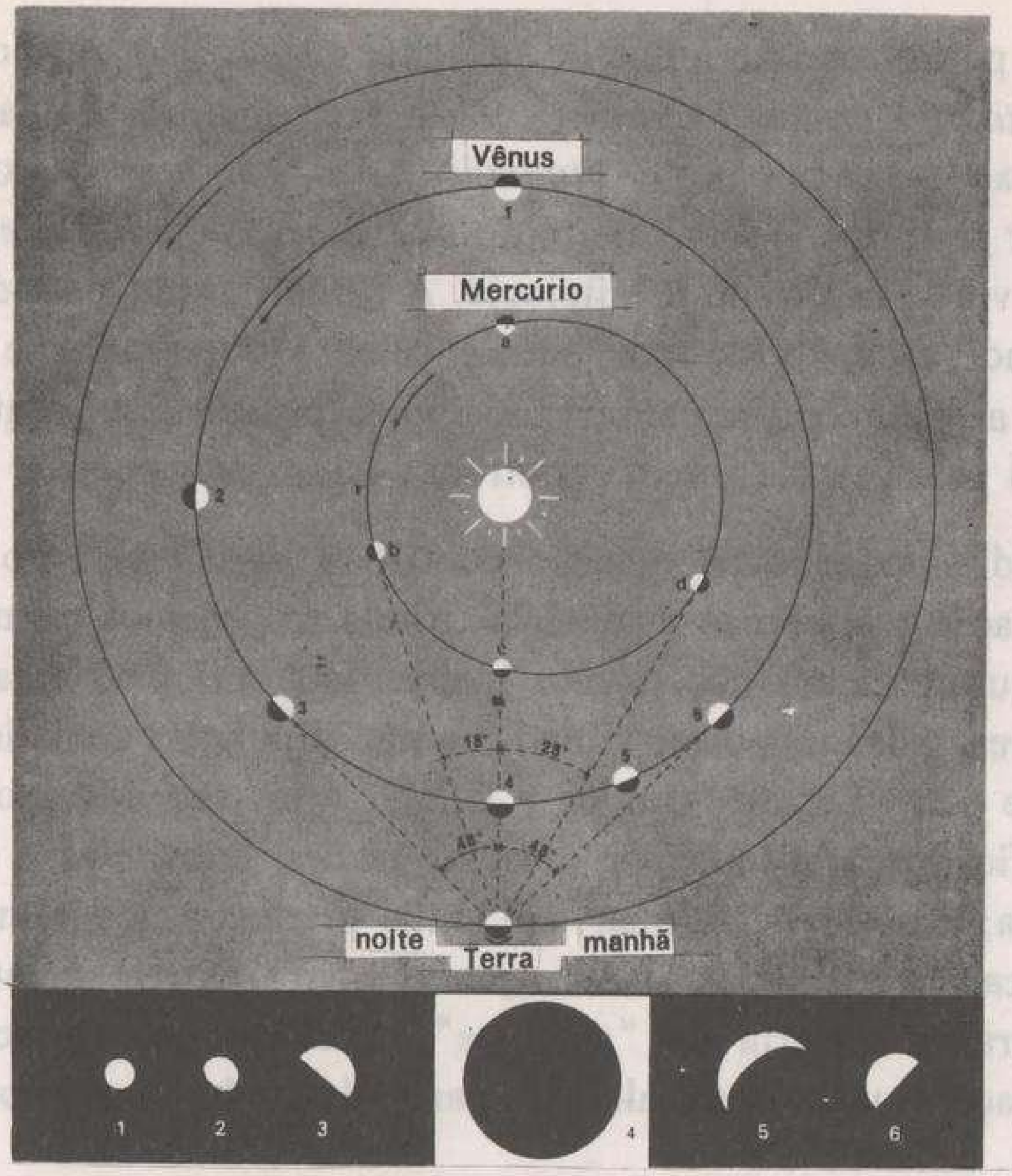
Avaliadas as condições que cercam a visibilidade desse pequeno mundo (para tanto, os gráficos anexos falam por si), devemos ter sempre em conta as dimensões aparentes de seu pequeno globo. São elas da ordem de *5 a 18 segundos de arco no máximo*, variações estas decorrentes das sucessivas posições em que se encontra em sua órbita. Para avaliar seus aspectos, e suas fases, há que se dispor de um aumento mínimo da ordem de 100 x. Com um pequeno refrator de 50 mm *(Kogaku)*, a miniatura é notável nessa altura. Os refratores mais potentes, como de 75 ou melhor ainda, 100 a 110 mm, permitindo aumentos da ordem de 150 a 250 x, têm por vezes condições de permitir a visualização de sombras imprecisas existentes à sua superfície. São elas tão indefinidas que nunca permitiram determinar com precisão o período de rotação desse mundo. Além do mais, não o esqueçamos, por estar sempre vizinho do horizonte, é de pouca valia utilizar aumentos elevados, mesmo com instrumentos mais potentes.



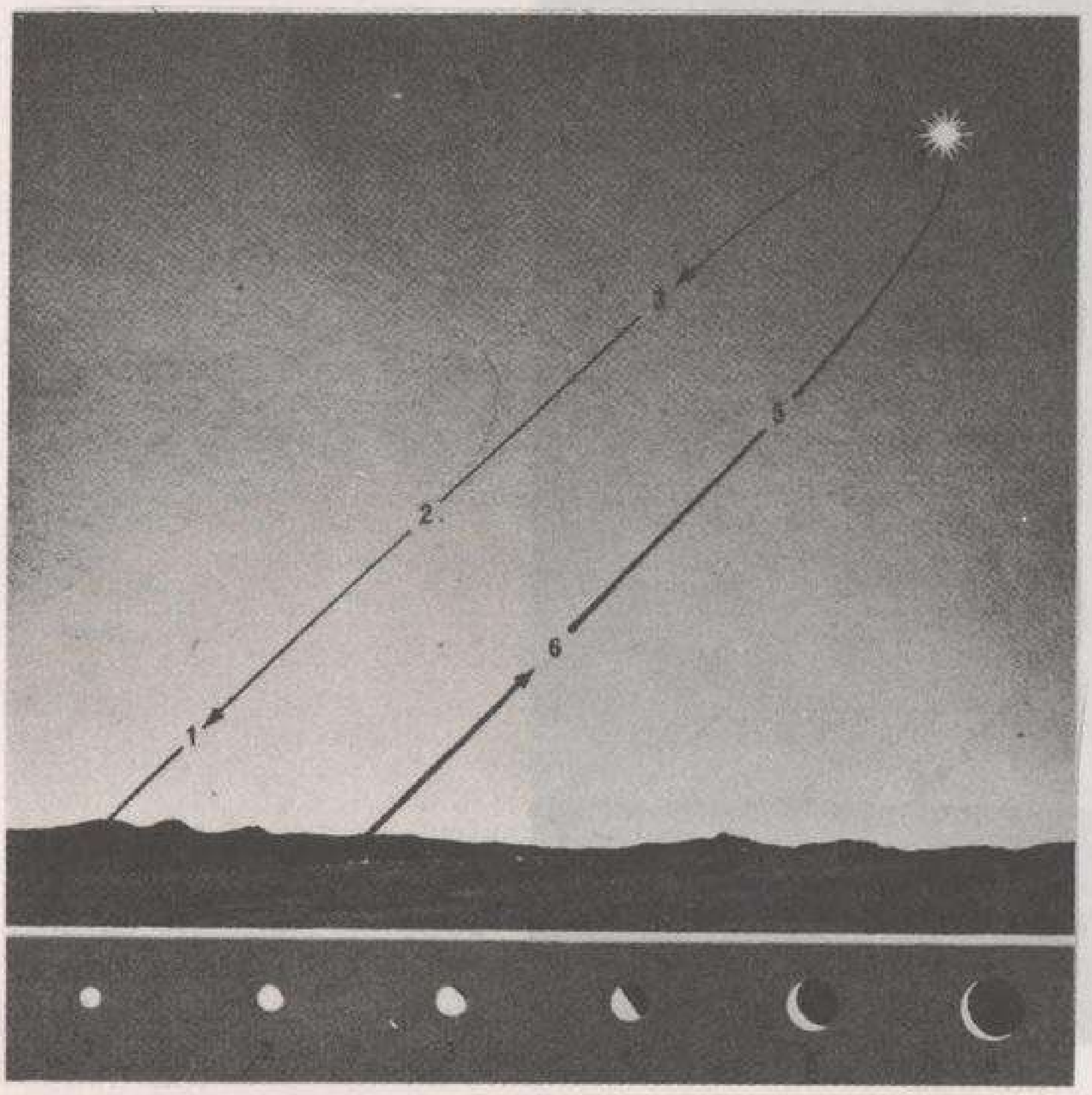
Visibilidade vespertina (à esquerda) e matutina (à direita) de Mercúrio. A distância aumenta com o aumento da fase enquanto o diâmetro aparente diminui. A elongação corresponde à maior distância do Sol.

Existe, todavia, uma possibilidade de contornar elegante e mais eficientemente tal inconveniente: *observar Mercúrio quando se encontra em pleno céu.* O processo, convenhamos, não é fácil já que com isso nos aproximamos do Sol. Há ocasiões, contudo, que a *elongação* (momento de maior distanciamento) permite fazer isso, à condição de se saber, previamente, onde o planeta se encontra. Conhecendo-se as suas coordenadas, tendo um instrumento bem orientado, não há verdadeiramente um obstáculo intransponível. Deve o observador, para tanto, fazer com que o Sol não fira a parte óptica de seu instrumento, provocando reflexões nocivas. Há quem contorne tal situação montando anteparos de maneira a que o Sol fique eclipsado. O mesmo aliás, com relação a *Vênus*, melhor visível em pleno dia.

Com isso, *Mercúrio* ganha muito em definição, não se vendo ofuscado em suas delimitações. A turbulência atmosférica é menor e com isso a definição alcança nível válido. Já tivemos oportunidade de observar *Mercúrio* nessas condições e ficamos surpreendidos com a calma da imagem, já que o planeta (assim como o Sol) estava alto no céu, próximo do zênite. As sombras visíveis revelam-se mais estáveis, permitindo por vezes o emprego de aumentos de certo modo consideráveis. O refletor de 300 mm (disposição de *Cassegrain*) e cerca de 280



Órbitas de Vênus e Mercúrio e o mecanismo das fases que esses planetas apresentam.

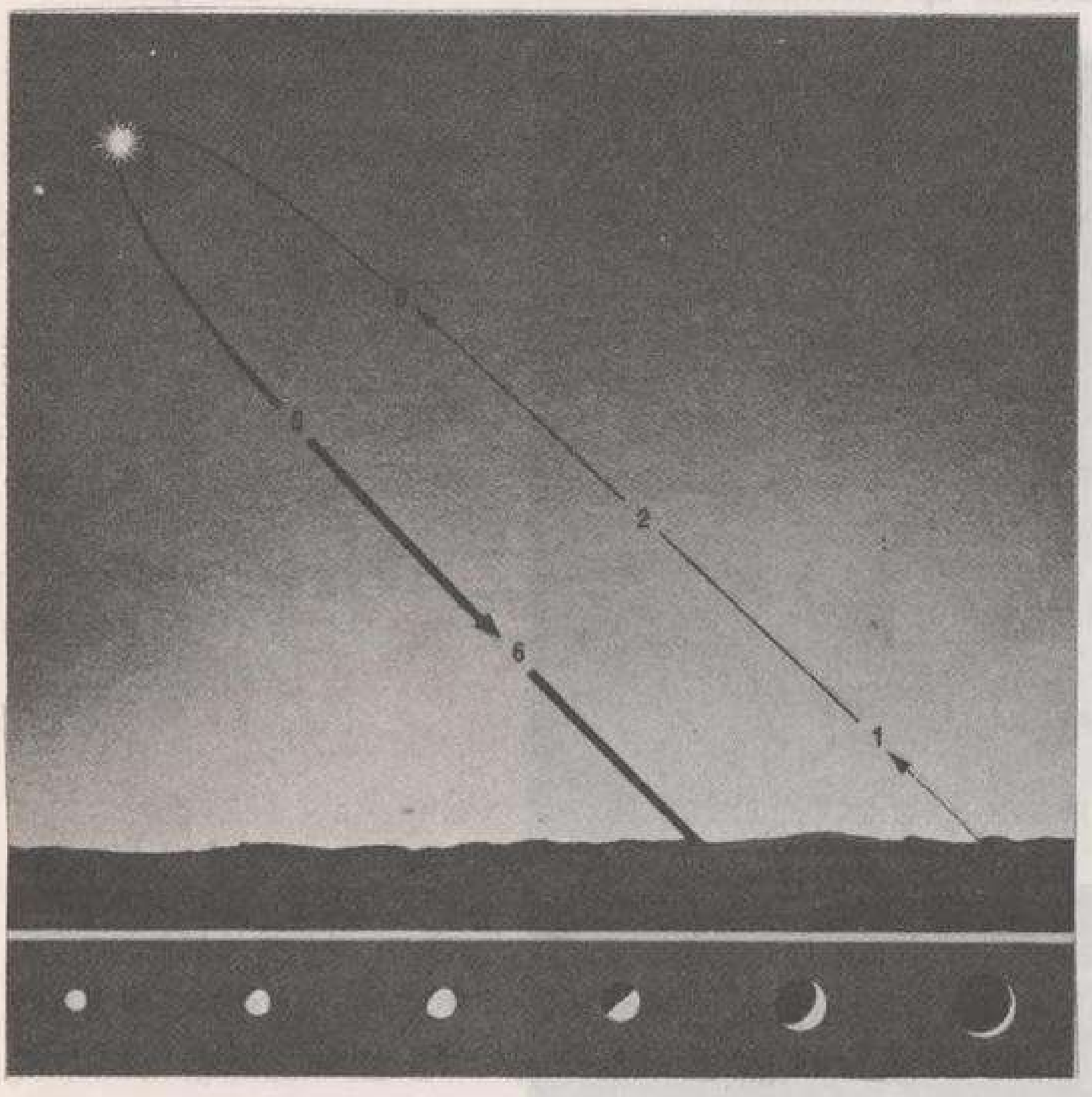


Trajetória de marcha aparente de Vênus (ou Mercúrio) quando esses

→

aumentos permitiram ao autor do presente visualizar a região denominada *Solitudo Hermae Trimegisti,* vasta área sombria da famosa nomenclatura de, cremos nós, *Antoniadi.* Aliás, não será de todo inútil mencionar aqui que, à semelhança do que ocorreu com *Marte,* também *Mercúrio* viu-se associado à Mitologia. A título de simples indicação, o mapa-múndi estabelecido por aquele célebre observador e que sob inúmeros aspectos viu-se conservado indica possuir uma seqüência de formações passíveis de serem registradas telescopicamente.

Acreditamos que tal menção contribua para manter o interesse da observação telescópica planetária. Ainda recordamos o impacto negativo, causado sobre não poucos interessados nos problemas e questões lunares, pelas missões tripuladas e não-tripuladas enviadas ao nosso satélite pelos Estados Unidos e URSS. Após seu advento, que parece ter ficado paralisado por diversas razões, entre elas a de ordem econômica; a observação lunar, até então praticada por inúmeros "curiosos", caiu verticalmente, alcançando níveis extremamente baixos. Entre a grande maioria dos "curiosos", apressemo-nos em acrescentar. A observação lunar, especializada, particularizada, continuou e conti-



planetas são visíveis ao entardecer (em cima) e ao alvorecer (em baixo)

nua sendo, como vimos, praticada por observadores de categoria e que sempre constituíram, note-se, a vanguarda nesse setor da observação. De qualquer maneira, ocorreu uma retração quanto à quantidade e isso pode ter ocasionado uma diminuição de observadores lunares potencialmente aptos mas que, devido ao fato, retraíram suas inclinações.

Na área planetária, o impacto foi menor mas sob certo aspecto também existiu. Falamos, evidentemente, dos observadores brasileiros já que, no exterior, em não poucas associações internacionais, a observação planetária continuou e continua ativa. Basta, para tanto, consultar as publicações especializadas ou mesmo semi-especializadas dessas mesmas associações: *Sky and Telescope, L'Astronomie, The Journal* (ALPO), *The Journal* (BAA), *Circular Informativa* (AAS) etc.

Se, quando dirigirmos nosso instrumento para *Marte, Júpiter, Saturno* ou mesmo para a *Lua,* o fizermos com o pensamento cheio dos dados fornecidos pelos *Mariners, Vikings, Voyagers, Lunik, Apollo, Venera* etc, então, acreditamos, de nada nos servirá o telescópio ou mesmo a simples intenção de pairar, fosse apenas com o intuito de avaliar, mesmo à distância, pela imaginação, quão diferentes e desiguais são os panoramas lunares, de *Marte,* de *Vênus* ou, como é o caso do estudo que fazemos no presente capítulo, de *Mercúrio.* De nada servirá, de nada resultará tentar fazer algo pois, já o sabemos, isso foi feito pelas sondas americanas ou soviéticas.

Acreditamos, pelo contrário, que é na observação contínua, sistemática, ou pelo menos periódica, deste ou daquele membro do Sistema Solar, acessível, evidentemente, ao nosso telescópio, que podemos encontrar — afora as satisfações de ordem psicológica, estética, sempre presentes — a possibilidade de continuar a par, atualizados com o que ocorre nesses mundos. E depois, talvez o mais importante entre os fatores enumerados, há que se ter uma experiência pessoal, própria, individual, sempre válida e meritória já que de nada servirá apenas "ouvi falar", "de ter lido" etc, que a *Lua* tem gigantescas crateras, que *Júpiter* tem faixas e satélites, que *Saturno* tem anéis, que *Marte* tem calota polar ou manchas permanentes etc etc. Acreditamos que a experiência pessoal, sobretudo na área da observação telescópica, é mais do que soberana e deva ser colocada em primeiro plano para situar um posicionamento individual diante de um fato, de um fenômeno.

Com *Mercúrio,* antes de terminar com a avaliação de sua observação, julgamos interessante mencionar aqui uma particularidade revelada por esse planeta. Trata-se do aspecto *de conjunto* oferecido por diversas manchas, umas claras, outras sombrias, que no hemisfério ocidental tomam a forma de um gigantesco "5", estilizado, é bem verdade, mas que não deixou de ferir a atenção de todos os observadores que através de meios ópticos mais ou menos potentes, observaram esse mundo. De acordo com a posição ocupada pelo planeta em sua órbita, esse "5" vê-se meio disforme, bastando, porém, aquele corpo celeste se encontrar em condições favoráveis para que a fortuita formação volte a ser observada. Trata-se, evidentemente, *de uma visão de conjunto,* de disposição de claros e escuros que, à semelhança do que ocorre na superfície de nosso satélite, com a "Mulher da Lua", ou com o "Olho de Marte" (o *Solis Lacus* *, ou "Lago do Sol"), ou ainda a *Mancha Vermelha* de *Júpiter;* caracteriza e mais do que nunca, como alegamos acima — justificam todas elas ao generoso impulso da inteligência humana conhecer direta e pessoalmente os inúmeros fenômenos da natureza. Objeto difícil como é, oferece assim *Mercúrio* o desafio válido e meritório da observação planetária particularizada.

Não podemos esquecer de mencionar aqui, que em decorrência do sempre presente interesse pela observação planetária, a UIAA (União Internacional de Astrônomos Amadores) elaborou, não faz muito, um levantamento visando estabelecer programa definido, padronizado, de maneira a facilitar a obtenção e a redução dos dados eventualmente obtidos pelos observadores. Uma consulta foi feita nesse sentido acerca das dimensões dos gabaritos a serem utilizados por estes últimos. Tivemos oportunidade de contribuir com nossas sugestões. Estabeleceu-se, por exemplo, que o diâmetro válido para *Mercúrio* ficaria sendo de 50 mm para *Marte, Vênus* e *Mercúrio.* Muito embora, pelo que nos diz respeito, tivéssemos sugerido o diâmetro de 30 mm apenas para este último planeta, em virtude da sensível diferença de diâmetro *aparente,* acreditamos ter sido racional a escolha padronizada da entidade máxima já que processos relativos às reduções gráficas viram-se sem dúvida considerados. De qualquer modo, fica aqui nossa impressão de que com relação a *Mercúrio,* que mostra sombras ex-

---

* Agora conhecido como *Solis Planum.*

tremamente pouco contrastadas se comparadas com aquelas de *Marte* ou mesmo de *Vênus,* um gabarito de 30 mm parece ser mais bem indicado para o lançamento das mesmas. Assim, o observador de *Mercúrio* deverá esmerar-se ao máximo para, num gabarito de 50 mm, lançar, reproduzir numa escala válida e racional *todas* as sombras eventualmente registradas. Embora difícil, tal tarefa, se conduzida a bom termo só irá contribuir para, afora satisfação pessoal do próprio observador, o levantamento dos aspectos do citado mundo vistos à distância.

Para terminar, *Mercúrio,* já o sabemos, cruza o disco do Sol com certa periodicidade. A 12 de novembro de 1986, o pequeno planeta atravessou a face do astro do dia. Nessa data, o veloz *Mercúrio* foi visto na brilhante fotosfera qual mancha minúscula, circular. Foi, sem dúvida, interessante acompanhar seu deslocamento. Os observadores experimentados não deixaram, por certo, de fazê-lo e, se habilitados, fotografaram o evento.

Vênus

Trata-se do astro mais brilhante do céu (depois da *Lua* e do *Sol,* evidentemente) e que mais se aproxima da Terra (exceção feita a um ou outro asteróide). Além disso, é o planeta que mais se assemelha ao nosso em massa e volume, constituindo mesmo verdadeiro gêmeo tal a igualdade nesse sentido.

Sabemos, todavia, que tais semelhanças param aí. As sondas espaciais teleguiadas (as *Mariners* (USA) e, principalmente, as *Venera* (URSS) etc) contaram-nos as fenomenais discrepâncias que colocam esse estranho mundo numa situação diametralmente oposta àquela em que se encontra nosso *habitat* natural, a Terra. Enquanto aqui tudo é vida, há verdes, há mares, *Vênus,* muito pelo contrário, é um inferno de fogo e enxofre, tais os índices de temperatura e pressão extremamente elevados ali existentes. Em suma, um mundo hostil e inóspito.

Vênus, por sua posição, é "astro da manhã" ou, então, "astro da tarde". Já sabemos porquê. Mais do que *Mercúrio,* pode distanciar-se *até 47 graus do Sol,* o que possibilita que seja observado muito tempo antes (cerca de 4 horas) ou depois do astro do dia surgir ou desaparecer. É, pois, necessário observá-lo desde a alta madrugada, ou seja du-

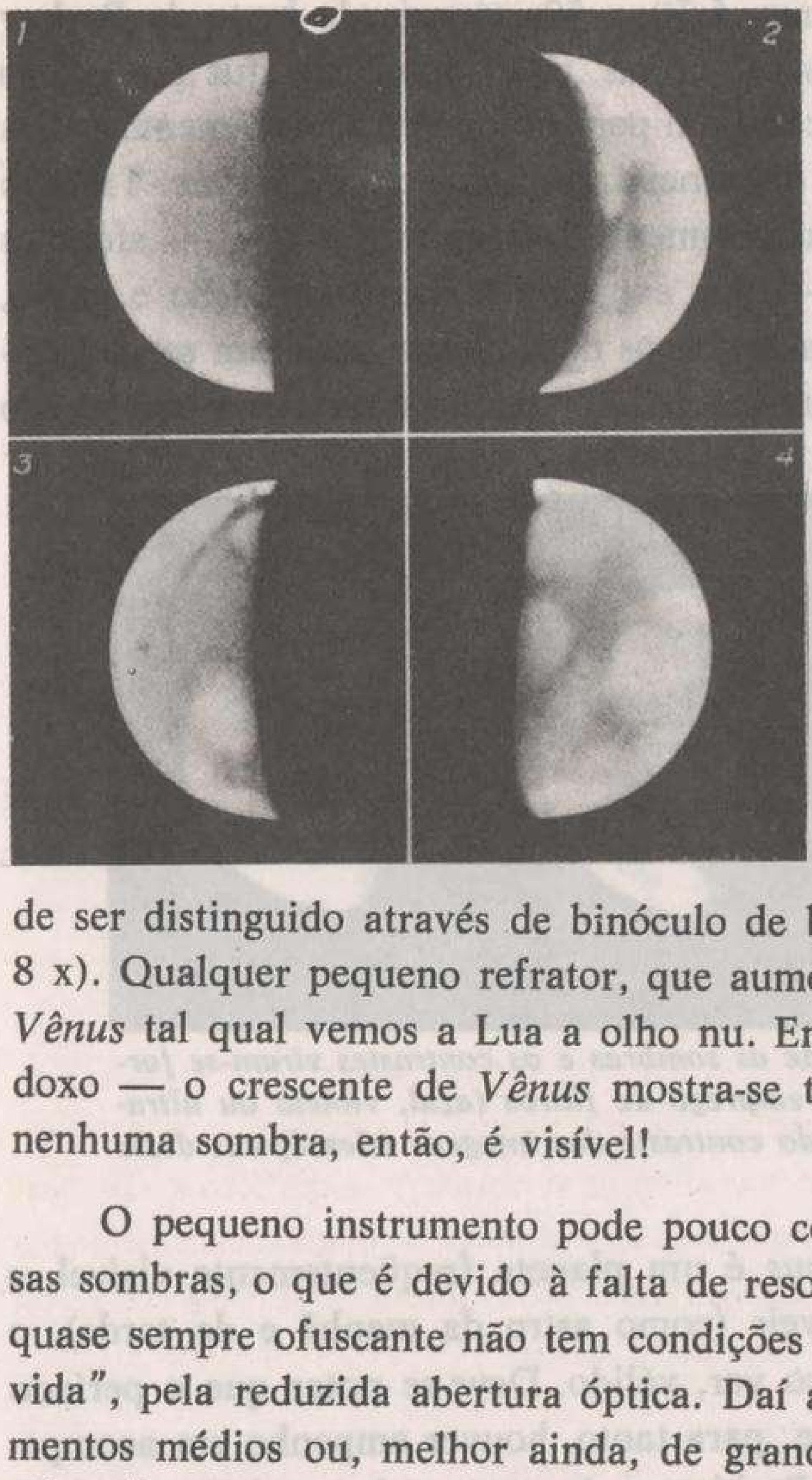
rante o crepúsculo, próximo do Sol, quando a iluminação do céu reduz consideravelmente mas não de todo o brilho do planeta.

A observação quando da elongação matutina oferece certas vantagens, por sinal válidas. É que as imagens, à medida que a noite vai se desfazendo com a aproximação da aurora, tendem a melhorar em decorrência do fator acima. E se continuadas pelo alvorecer afora, com Sol alto (sobretudo se distante deste último) poderão ser potencialmente superiores. É o inverso que ocorre no período vespertino. O brilho do astro é não raro tão intenso que provoca uma irradiação ofuscante no olho. Recomenda-se, então, o emprego de filtro, esverdeado ou melhor talvez azulado diante da ocular.

Aliás, o emprego de filtros na observação de *Vênus* (e como veremos, de *Marte)* é extremamente válido. Não se vá pensar, entretanto, que os resultados sejam tão bons num como no outro planeta. Nesse sentido, *Vênus* é decididamente um péssimo objeto. O fator altamente negativo para tanto é a sua atmosfera de características verdadeiramente impenetráveis à generalidade das radiações. Contrariamente ao que ocorre com *Marte,* é ela algo menos impenetrável com as radiações violetas e ultravioletas que com o vermelho ou infravermelho. Nesse sentido, o comportamento dos referidos planetas é antagônico por excelência. É por tal razão que se recomenda o emprego dos filtros da série *Wratten* (Kodak), que possui variada e sortida gama seletiva, entre esta os relativos às radiações violeta e ultravioleta. O de n.º 34 (amarelo claro), por exemplo, é de um rendimento apreciável para a observação desse difícil planeta.

Aliás, não se deve pensar que os pequenos instrumentos têm condições para registrar algo mais que a forma da fase na ocasião. Como existe uma relação entre a fase do astro e seu diâmetro aparente, próximo da conjunção inferior (veja-se o desenho) *Vênus* mostra-se sob o aspecto de delgado crescente luminoso e com um diâmetro máximo. Quando das elongações, tal aspecto é, então, de quarto crescente ou quarto minguante, mas ao se avizinhar de sua conjunção superior, seu diâmetro começa a diminuir enquanto que a fase aumenta, lembrando então o disco lunar 4 ou mesmo 5 dias antes da Lua Cheia.

É por tal razão que ao se encontrar em sua maior proximidade, seu delgado crescente (subtendendo quase 1' de arco) já teria condições

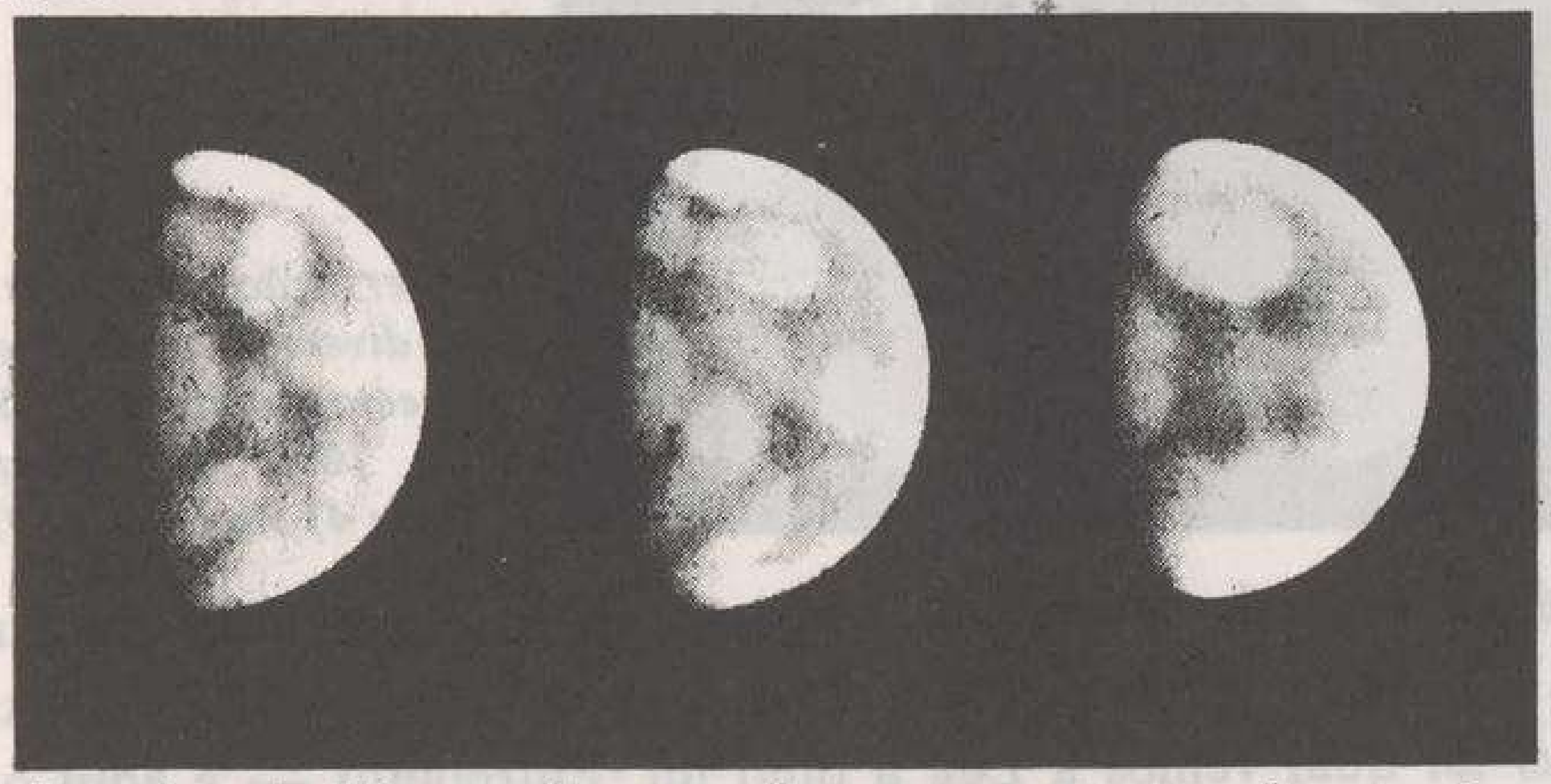


Observação de Vênus segundo diversos observadores. 1) aspecto habitual; 2) Trouvelot, 1891; 3) Schiaparelli, 1895; 4) Rudaux, 1897.

de ser distinguido através de binóculo de boa qualidade (pelo menos 8 x). Qualquer pequeno refrator, que aumente pelo menos 40 x, verá *Vênus* tal qual vemos a Lua a olho nu. Entretanto — e aqui o paradoxo — o crescente de *Vênus* mostra-se tão brilhante e branco que nenhuma sombra, então, é visível!

O pequeno instrumento pode pouco com relação ao registro dessas sombras, o que é devido à falta de resolução. A imagem do astro, quase sempre ofuscante não tem condições de se ver definida, "resolvida", pela reduzida abertura óptica. Daí a superioridade dos instrumentos médios ou, melhor ainda, de grande porte. As "manchas de *Vênus*" constituem fator negativo à observação visual e são mais bem detectadas através da fotografia, mas seletiva, apressemo-nos em acrescentar. Para tanto, há que se recorrer aos já mencionados filtros violeta e ultravioleta. Por experiência própria, já que tivemos oportunidade de participar de programa desse tipo, de índole internacional, o emprego de tais filtros e, à condição de poder dispor-se de um mínimo de condições apropriadas (montagem equatorial com controle, abertura óptica suficiente, filtros adequados etc), permite, sem dúvida, a obtenção de resultados apreciáveis. Um sem número de negativos em ultravioleta (filtro UG-2, de Schott), cerca de 600, obtidos no foco da dis-

posição *Cassegrain* (300 mm, f:30 a 50, através de lente de Barlow etc), quando de elongações matutinas, contribuiu para que um colega francês, *C. Boyer,* estabelecesse um período de aproximadamente 4 dias (3,96 dias) para a rotação diferencial da atmosfera de *Vênus.* Trata-se de um tipo de trabalho extremamente interessante e que — afora os recursos acima indicados — não exige senão boa disposição e, claro, persistência. Isso se explica já que os documentos precisam ser *acumulados,* e desse modo unicamente o fator tempo é que deve ser levado em conta.



Desenhos de Vênus onde as sombras e os contrastes viram-se fortemente exagerados. O emprego de filtros (azul, violeta ou ultravioleta) realça o reduzido contraste das imagens telescópicas desse planeta.

Entretanto, como *Vênus* é um planeta freqüentemente visível, a soma dos períodos favoráveis (como astro da manhã e da tarde), o empreendimento é, ao nosso ver, válido. Deve-se notar que o período válido pode ser alongado se, para tanto, houver empenho em acompanhar Vênus durante o dia. Problemas de outra ordem, relativos à fotografia, irão surgindo mas este é outro assunto. De qualquer maneira, como acenado com freqüência, é *Vênus* um "mau objeto" como se diz no linguajar astronômico, e se tem a vantagem de ser freqüentemente acessível, tem contra si o fato por sinal respeitável de não revelar seus segredos senão após longuíssimo tempo.

Como já sabemos também, *Vênus* por ser um planeta "inferior", com órbita no interior daquela da Terra, tende a transitar pelo disco do Sol. Trata-se, contudo, de fenômeno raro. O próximo a ter lugar ocorrerá a 7 de junho de 2004.

5

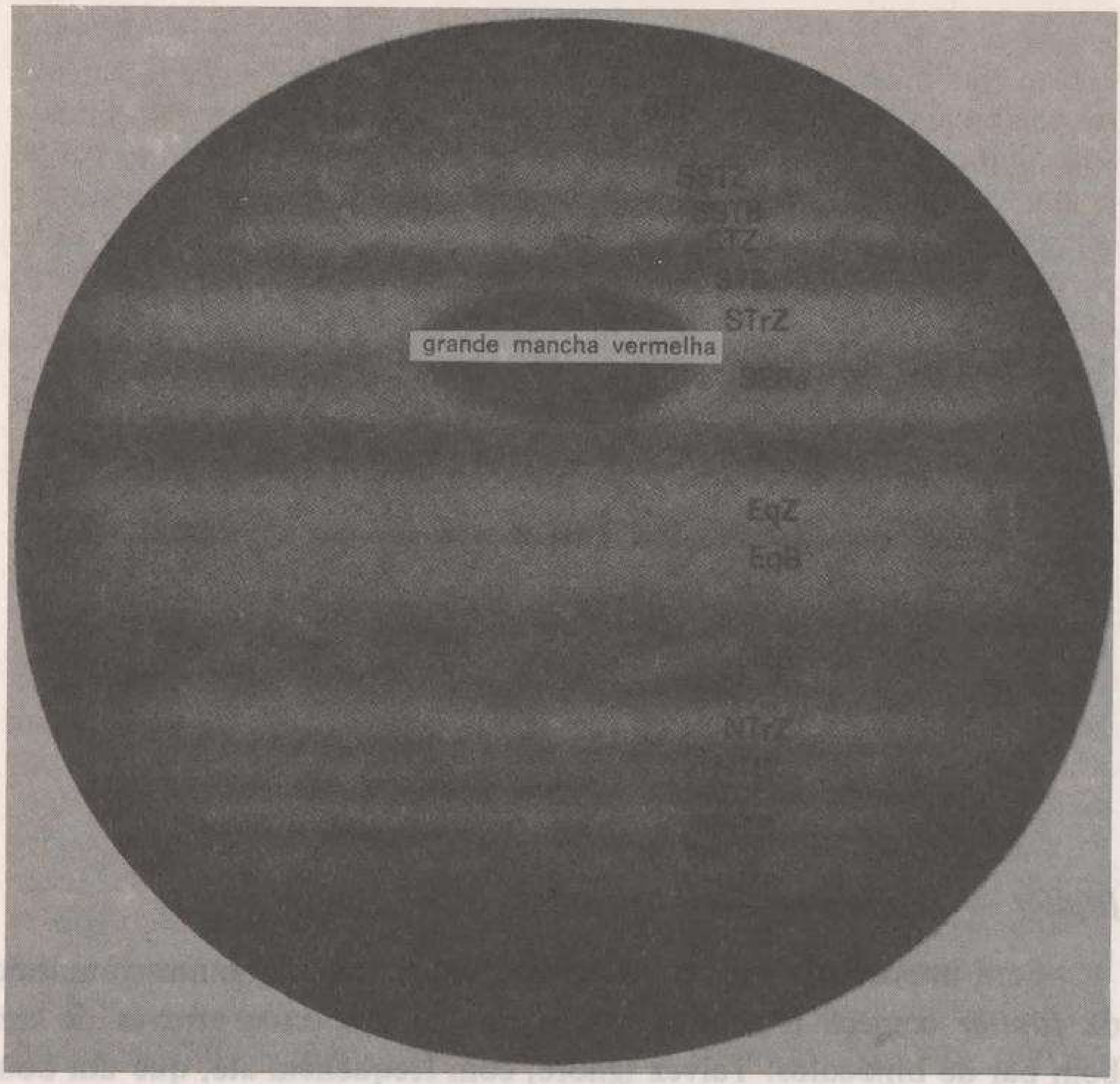
OS PLANETAS DISTANTES

Júpiter — O Planeta dos Amadores

Será importante para o interessado saber que o gigantesco mundo de *Júpiter* começa a revelar alguns de seus aspectos através de um bom par de binóculos. Talvez ignore, com freqüência até, que um bom aprendizado começa a ser proporcionado ao observador do céu com tal instrumento, não raro relegado ao ostracismo por "insuficiência".

Um disco bem que minúsculo começa a se mostrar com os quatro pequenos pontos luminosos que correspondem aos seus satélites. Repare-se que por vezes são três, ou mesmo dois, os pontos de luz registrados, o que deve ser atribuído ao rápido movimento de que são possuídos ao gravitarem ao redor de *Júpiter*.

Ao passar para um instrumento mais potente, como é o caso dos "monóculos de marinha", espécie de luneta não raro constituída de setores encaixando uns nos outros, e aumentando cerca de 20 vezes, tem-se um disco planetário algo mais distinto, à condição de se melhorar consideravelmente a estabilidade do mesmo. Aliás, é bom que se diga desde já, instrumento sem estabilidade é imprestável, ou quase. Se o aumento (e a rigidez, note-se) for elevada para umas



Júpiter e sua nomenclatura. Indispensável para o observador, seu conhecimento exato permite o estudo pormenorizado do planeta.

40 x, consegue-se registrar as duas primeiras particularidades características de *Júpiter:* 1) o achatamento do disco, por sinal uma ligeira elipse e, 2) a ocorrência de faixas ligeiramente coloridas.

Devemos confessar que a impressão dessas constatações é muito mais profunda quando o instrumento empregado é de construção caseira, com lente de óculos (de meia a uma dioptria), um tubo e um suporte qualquer para a "ocular", simples lente plana ou biconvexa. Isso se explica, já que ocorreu maior participação por parte do interessado. Embora válida, a impressão obtida através de instrumento pequeno mas pronto, completo, do comércio não é tão completa, profunda, uma vez que começa a subsistir a impressão de que o resultado

deveria ser melhor. De qualquer modo, a impressão permanece e o primeiro contato telescópico com *Júpiter* fica marcado de maneira indelével na mente do observador.

À medida que for se recorrendo a maiores aumentos, possíveis, é claro, com instrumento mais potente, começa-se a perceber de início imperfeitamente, mas depois mais claramente, maior número de detalhes. Nessa altura, os aumentos são da ordem de 100 a 150 x, com um telescópio (refrator ou refletor) mais importante. Dependendo um pouco da acomodação visual do observador, nem sempre obtida à primeira tentativa, e também por causa das condições de visibilidade, as faixas horizontais de *Júpiter* parecem adquirir certas particularidades próprias, verdadeiras irregularidades que por momentos revelam nitidez indiscutível. A prática e a experiência vão gradativamente possibilitando o registro de detalhes nessas faixas, nodosidades ou mesmo pontos mais sombrios, isto sem falarmos dos matizes rosados e azulados. Devemos lembrar, entretanto, que é aqui que se fazem presentes as condições que cercam o uso do instrumento na observação telescópica. Nunca o observador deverá deixá-las de lado mesmo porque, invariavelmente, nem sempre condições perfeitas ocorrem quando da observação. Além disso, as características da montagem (azimutal, equatorial) implicarão, por certo, o comportamento do conjunto e, evidentemente, as imagens telescópicas.

Se um telescópio de 200 mm for empregado e à condição de que o observador tenha adquirido boa experiência, não raro torna-se possível acompanhar as particularidades da evolução, transformação, modificação das zonas claras, das nodosidades existentes nas faixas sombrias, dos "penachos" equatoriais ou mesmo de algumas particularidades permanentes existentes nas diversas regiões que dividem o planeta. Uma nomenclatura existe para classificá-las, sendo elas conhecidas, por exemplo, por "WOS" (do inglês *white oval spots*), ou seja "manchas brancas ovais".

Se recordarmos que *Júpiter* possui uma gigantesca atmosfera, que absorve poderosamente os raios luminosos, não deverá surpreender o observador um fato curioso: as bordas do disco são imprecisas, indefinidas e como tais de difícil focalização. Por outro lado, o "dia" desse

planeta é muito curto: menos de 10 horas. Isso ocasiona um rápido deslocamento de qualquer detalhe eventualmente registrado e acompanhado, o que pode ser feito durante uma sessão de observação com boas condições atmosféricas e de visibilidade. Não será demasiado lembrar que uma observação iniciada no começo da noite e terminada próximo da madrugada permitirá registrar uma rotação completa de *Júpiter,* constatação essa muito útil para a avaliação da fenomenologia desse planeta.

É bom lembrar que só vemos a superfície superior da atmosfera joviana. Entretanto, essa atmosfera não possui um movimento uniforme, num todo. Como ocorre com o Sol, há regiões que "correm" numa velocidade, enquanto que outras, segundo a latitude, mais rapidamente ou mais lentamente. No equador, tal qual ocorre com o Sol, a velocidade é maior. Constatou-se a ocorrência de dois, ou mesmo três sistemas de rotação em *Júpiter.* São eles o SISTEMA I, o SISTEMA II e o SISTEMA III. Nas observações cuidadas, regulares, os dois primeiros sistemas sempre são utilizados, enquanto que o Sistema III, sendo mais restrito, é requerido para medidas de precisão.*

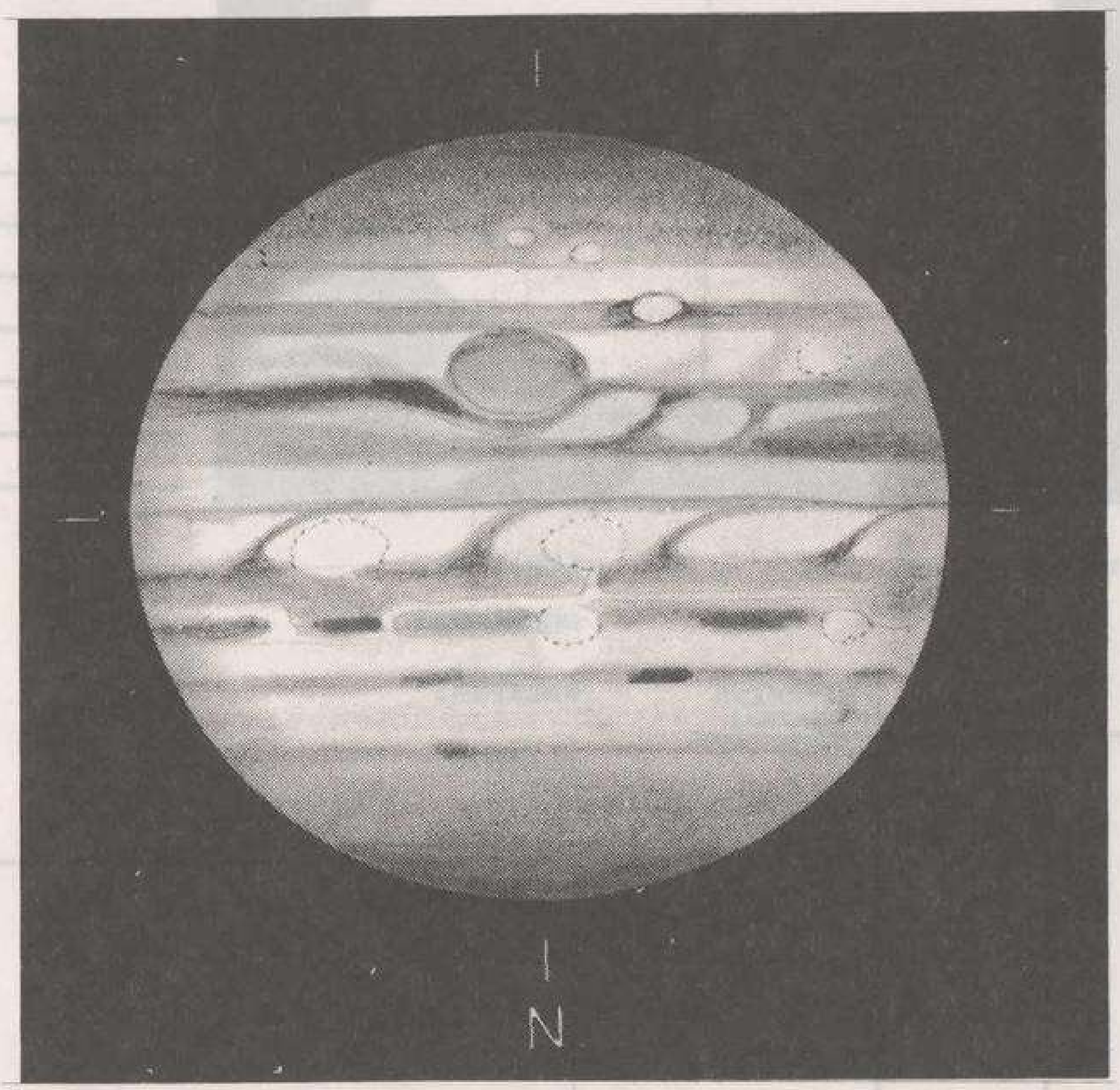
Um trabalho do nosso colega, *N. Travnik,* relativo ao planeta *Júpiter* fornece indicações mais completas acerca desse importante detalhe, regularmente empregado na observação do planeta. Encontra-se nesse trabalho o método mais indicado para proceder na observação do planeta mediante o emprego de gabarito que reúna as características deste último. Para tanto justificar, há que lembrar que o emprego da fotografia com pequenos telescópios resulta ser, via de regra, insuficiente para registrar a grande maioria de detalhes jovianos, condição esta mais facilmente preenchida pelo desenho uma vez que o olho tem a capacidade de fixar, numa fração de tempo, um detalhe impossível de ser fixado pela película sensível do filme. Para tanto, porém, há que se recorrer ao gabarito anexo à página 290, que reproduzindo corretamente o contorno elíptico do disco de *Júpiter,* permite a reprodução

---

* Esses sistemas são indicados habitualmente por W_1 W_2 e W_3, e correspondem, respectivamente, a

$W_1 = 9h\ 50m\ 30s.003$
$W_2 = 9h\ 55m\ 40s.632$
$W_3 = 9h\ 55m\ 29s.711$

em escala dos acidentes e detalhes visualizados telescopicamente. Embora possa haver algumas variantes, as dimensões que aqui indicamos são habitualmente ou mesmo freqüentemente empregadas pelos observadores, ou seja 55 mm para o diâmetro equatorial e 52 mm para o polar, o que dará um "achatamento" na base de 1/15. Veremos que com *Saturno* esse "achatamento" é ainda mais evidente. Caberá ao observador optar pelo gabarito puro e simples, de papelão, permitindo uma delimitação externa ou, preferindo, recorrer a um mais perfeito, metálico, com delimitação interna. Recordamos ter construído um, para *Saturno,* em alumínio. Entretanto, este último prestava-se mais exatamente para a fase de maior abertura dos anéis, coisa que acontece periodicamente, através dos anos.



Aspecto típico de Júpiter. Telescópio de 220 mm de abertura e 260 x.

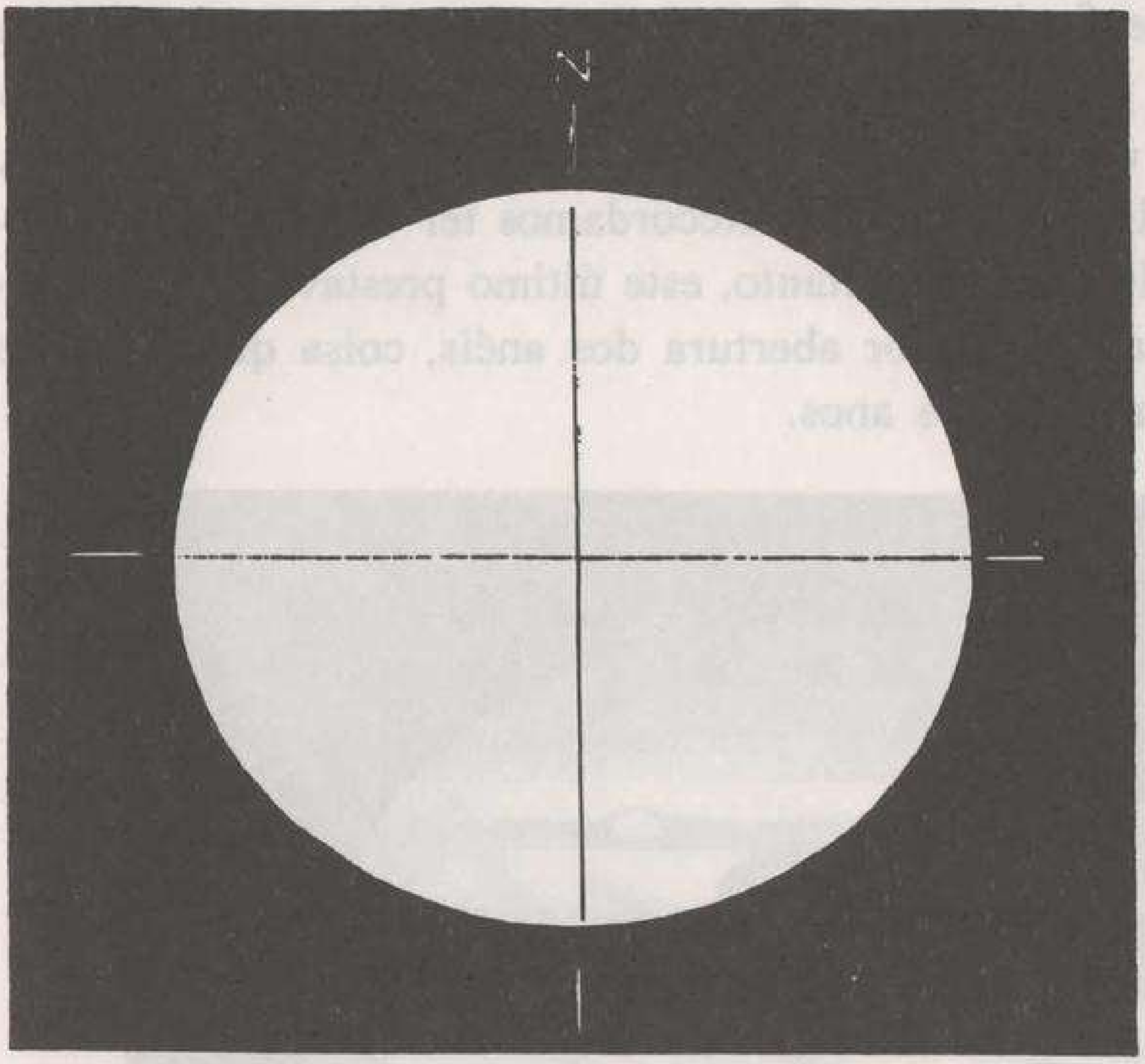
Evidentemente, o observador deverá respeitar as dimensões e o posicionamento das diversas regiões que caracterizam o planeta. Aparentemente fácil, verá ele que no começo uma faixa, ou zona, se mos-

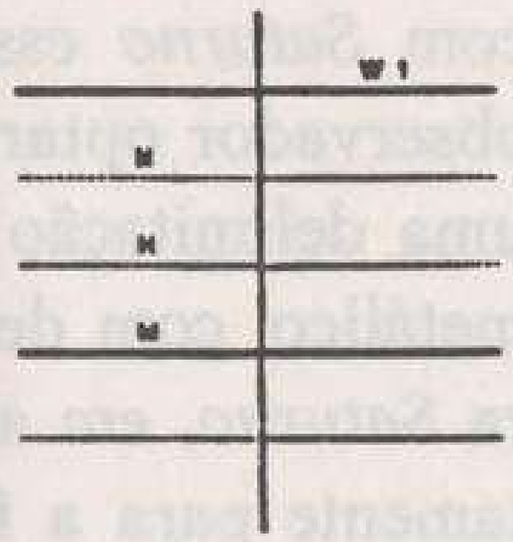
OBSERVATÓRIO DO CAPRICÓRNIO

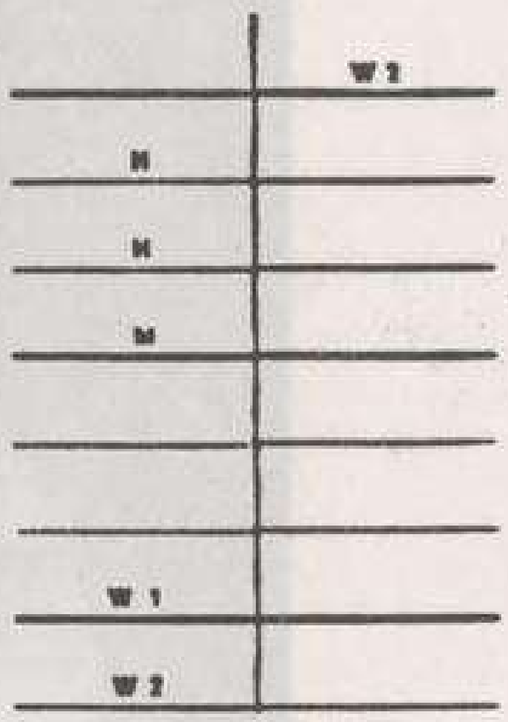
SETOR DE SUPERFÍCIES PLANETÁRIAS

J DATA

OBS. N.º







OBSERVADOR

DATA

ZONA	HORA TU	MERIDIANO CENTRAL

QUALIDADE DA OBS.

TURBULÊNCIA

ÂNGULO DE OBS.

VENTO

LUGAR

INSTRUMENTO

ABERTURA

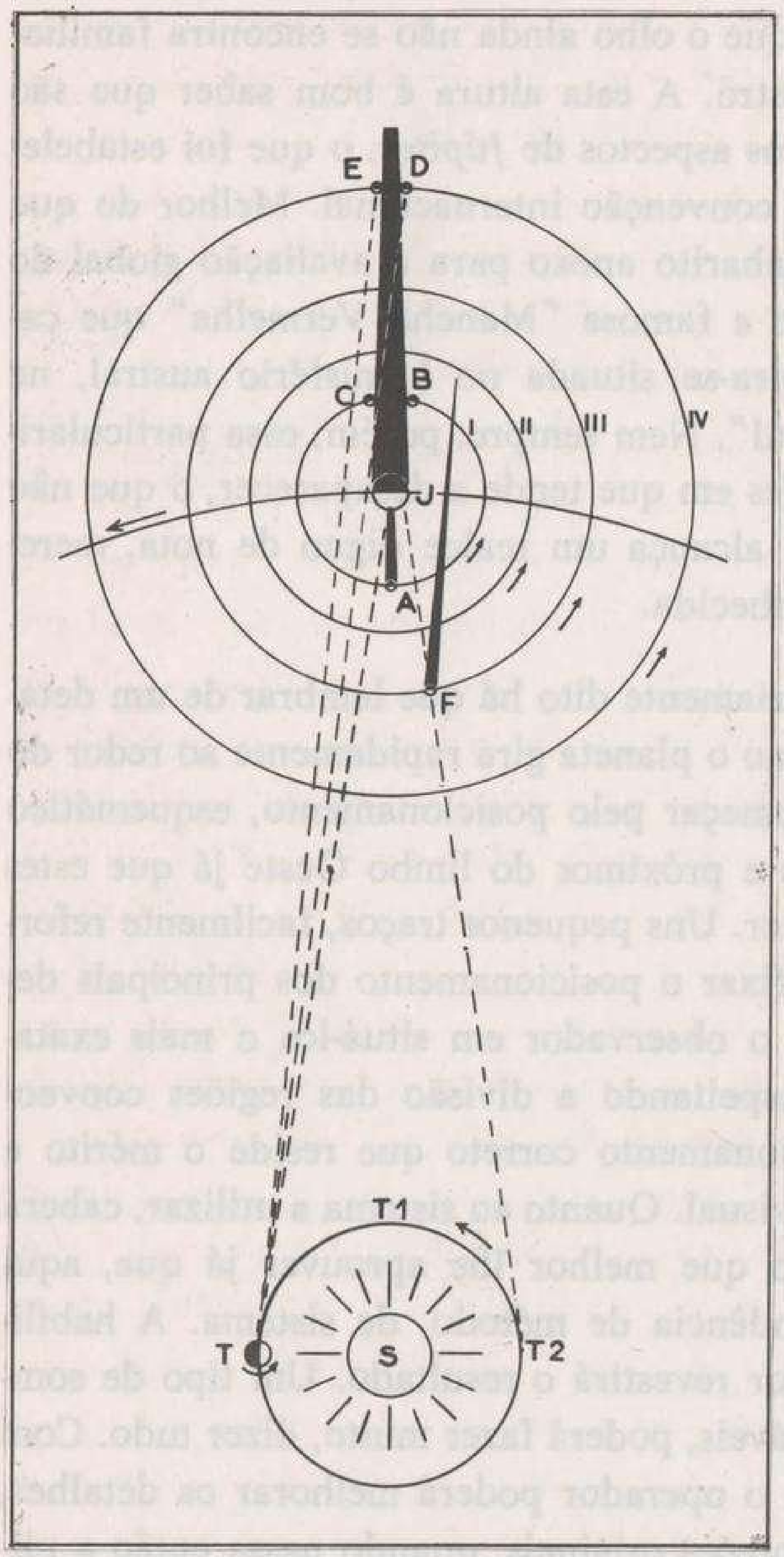
AUMENTO

FILTROS

OBSERVAÇÕES:

trará seja mais ao Norte, seja mais ao Sul de sua posição real, coisa que não deve surpreender já que o olho ainda não se encontra familiarizado com esse tipo de registro. A esta altura é bom saber que são 11 as regiões que distinguem os aspectos de *Júpiter*, o que foi estabelecido há tempo, segundo uma convenção internacional. Melhor do que sua descrição será talvez o gabarito anexo para a avaliação global do Sistema Joviano. Note-se que a famosa "Mancha Vermelha" que caracteriza esse planeta encontra-se situada no hemisfério austral, na ZTS, ou "Zona Temperada Sul". Nem sempre, porém, essa particularidade é bem visível: há ocasiões em que tende a desaparecer, o que não faz, enquanto que em outras alcança um realce digno de nota, merecendo o nome pelo qual é conhecida.

Quanto ao desenho propriamente dito há que lembrar de um detalhe, por sinal importante. Como o planeta gira rapidamente ao redor do seu eixo, é de bom alvitre começar pelo posicionamento, esquemático que for, dos detalhes visíveis e próximos do limbo Oeste já que estes é que primeiro irão desaparecer. Uns pequenos traços, facilmente reforçados ou apagados, deverão fixar o posicionamento dos principais detalhes visíveis, esforçando-se o observador em situá-los o mais exatamente possível, e sempre respeitando a divisão das regiões convencionais. Aliás, é nesse posicionamento correto que reside o mérito e a importância da observação visual. Quanto ao sistema a utilizar, caberá a cada observador utilizar o que melhor lhe aprouver já que, aqui também, reside uma independência de método, de sistema. A habilidade no desenho é que melhor revestirá o resultado. Um tipo de sombreado, com tonalidades variáveis, poderá fazer muito, dizer tudo. Com mais calma, longe da ocular, o operador poderá melhorar os detalhes, respeitando, é claro, as proporções originais, quando passa então a utilizar a borracha, o esfuminho que, de um modo ou de outro, dão um aspecto mais acabado, mais realístico à observação. Inútil lembrar que a freqüência do desenho vai refinando a habilidade, precisando os posicionamentos dos detalhes. O aproveitamento racional do longo período de uma oposição de *Júpiter* — aliás, a grande vantagem oferecida pelo planeta quando comparado com aquelas dos demais — levará, sem dúvida, o observador à colheita de dados válidos e sempre aproveitáveis.



Como os satélites principais de Júpiter, os "galileanos", se apresentam para um observador terrestre.

Júpiter possui mais atrativos: os satélites que, tomados em conjunto, constituem uma réplica, tal qual o de *Saturno,* do Sistema Solar. Sabemos que são muitos, uns 15, mas os principais, desde longo tempo, desde *Galileu* que os descobriu, se destacam entre os demais pelas suas dimensões por sinal respeitáveis. Receberam eles, afora o nome característico, IO, EUROPA, GANÍMEDES e CALISTO, um número de ordem, I, II, III e IV, respectivamente. Os demais, também eles têm um número, no entanto, sendo inacessíveis aos nossos telescópios, não falaremos deles. Vale notar que a citada numeração pode servir para distingui-los no que respeita a distância que os separa de *Júpiter,* mas não ocorre o mesmo quanto ao brilho. De todos, o mais brilhante é o III, em seguida IV, II e I. Um observador sistemático, mantendo esses satélites sob constante observação, mesmo utilizando pequeno instrumento (50 a 60 mm), tem condições de distinguir com relativa facilidade III e IV, enquanto que, quase que idênticos entre si, I e II passarão a exigir maiores recursos instrumentais para revelarem suas particularidades. Registre-se por

outro lado que o posicionamento desses satélites é um dos elementos mais freqüentemente encontrados nos Anuários Astronômicos. Trata-se daquela seqüência de páginas em que traçados, em pontilhado, em cruz, em pontos, se deslocam verticalmente e de modo sinusoidal em cada página correspondente ao mês do ano e, evidentemente, cada curva atribuída a um satélite. Por essa seqüência, o observador poderá comparar o posicionamento indicado com a sua observação, constatando, então, a identidade deste ou daquele satélite.

Um fato, por certo, de pronto irá chamar a atenção do estudioso de *Júpiter*. É que os satélites se situam regularmente no plano próximo ao equador do planeta. Vez ou outra, porém, nota-se a falta de um deles. Como todos gravitam ao redor do gigantesco mundo, é evidente que só duas coisas podem acontecer: ou passam diante de *Júpiter* ou por detrás dele. Tal fenômeno é freqüente e para dizer a verdade, é de grande importância, ou pelo menos o foi para a história da navegação. O fator tempo-espaço entra aqui em linha de conta, tendo-se constituído numa das mais brilhantes provas em favor da descoberta da velocidade da luz. Por tal razão a observação das passagens, ou melhor dizendo dos *trânsitos*, como são chamados, dos satélites é extremamente interessante. Por vezes constata-se o disco do satélite de tonalidade esbranquiçada, projetando-se sobre o fundo sombrio de uma formação do planeta. Entretanto, ocorre um fato a ser levado em conta. É que o alinhamento *Sol-Júpiter* não é idêntico ao eixo *Terra-Júpiter*, de maneira que, com isso, nota-se a sombra do satélite preceder ou então seguir o satélite na sua trajetória sobre o disco do planeta. Por vezes o satélite encontra-se distante de *Júpiter* enquanto que sua sombra, em decorrência do citado alinhamento Sol-planeta, ainda se projeta sobre *Júpiter*. É também aos efeitos de perspectivas que se deve atribuir o posicionamento do satélite IV, por sinal o mais distante dos quatro, que se mostra por vezes acima, por vezes abaixo de *Júpiter*.

Entretanto, essas passagens desses trânsitos não são facilmente acompanhadas através dos primeiros ensaios realizados com um pequeno instrumento. É necessário se familiarizar com este último, treinar a visão, adquirir certa prática a fim de, então, explorar satisfatoriamente o rendimento do mesmo e respeitar a questão da estabilidade, por sinal prioritária.

Não pára, porém, nos trânsitos, o interesse da observação dos satélites. Como eles passam atrás do planeta, e atravessam o cone de sombra projetado por ele, pode o observador entregar-se ao registro de um fenômeno curioso, interessante. É que contrariamente ao que ocorre com uma estrela pela Lua, não se verifica desaparecimento imediato, instantâneo do satélite. Dispondo-se de forte aumento (e aqui a questão estabilidade é mais imperiosa) pode-se acompanhar uma *redução* no brilho do satélite até sua extinção total. Esta, note-se, não ocorre exatamente à hora indicada pelos Anuários Astronômicos a que fizemos referência. Deixamos ao leitor o cuidado da interpretação dessa discrepância cuja explicação, já o dissemos, teve uma das mais importantes repercussões não só para a Astronomia mas também para a Física.

Como esses satélites gravitam a distâncias variadas, é claro que o tempo também varia para seus respectivos períodos de revolução. Estes variam de 1 dia e 18 horas a 16 dias e 16 horas. Conseqüentemente, quase todas as noites pode-se registrar um *trânsito* ou uma *ocultação* (eclipse) de um satélite de *Júpiter*, o que faz com que sejam maiores os atrativos da observação desse gigante planetário que é *Júpiter*.

Mais ainda, os satélites I, II, III e IV não têm brilho constante, invariável. Sofrem eles alterações nesse aspecto, muito embora de maneira desigual. Tais variações poderiam ser atribuídas às manchas, ao relevo de súas superfícies, alterando constantemente sua posição com relação ao Sol que os ilumina. Pelo fato de não se conhecer as particularidades de suas rotações, o acompanhamento seguido, cerrado das variações de brilho poderia talvez fornecer dados elucidativos a respeito dessa questão não solucionada pelas sondas, *Voyagers* (I e II), não faz muito enviadas àquelas proximidades. Programa esse difícil, poderia o interessado empreendê-lo quando dispusesse de meios ópticos algo mais potentes e de um traquejo mais acentuado na observação de *Júpiter*.

Para facilitar a compreensão e o interesse na observação dos eclipses dos satélites jovianos, anexamos o esquema que reproduz algumas das particularidades do mecanismo que os caracteriza.

Para terminar, um sumário das possibilidades ópticas experimentais suscetíveis de orientar o observador.

Instrumentos		*O que é dado ver*
Binóculo	—	Grande campo, abarcando *Júpiter* e seu sistema de satélites (os principais, I, II, III e IV). Registra-se o aspecto planetário do disco, assim como os deslocamentos dos satélites, registrados (num 10x7 pelo menos) como simples pontos de luz.
Refr. 50 mm ou 60 mm	—	O aspecto achado de *Júpiter* é, com um aumento da ordem de 40x, nitidamente constatado. Elevando-se o aumento para 100x, registram-se as principais faixas sombrias, os eclipses dos satélites e, sob condições excepcionais, a passagem de alguns deles atrás do planeta. Quando de condições de transparência e visibilidade perfeitas (raras), algumas particularidades poderão, por vezes, ser registradas nesta ou naquela faixa sombria. A famosa "Mancha Vermelha", freqüentemente pouco evidente, nem sempre se mostra acessível.
Refr. 75 mm Telesc. 100 mm	—	Detalhes são registrados nas faixas do planeta, permitindo avaliação da velocidade de rotação (90 min). Observação das passagens, ou trânsitos dos satélites diante do disco do planeta. Com cerca de 200 x pontos sombrios, mais ou menos definidos, deslocam-se sob o aspecto claro sobre fundo sombrio, ou sombrio sobre fundo claro.
Telescópio de 150 — 200 mm Refletor	—	Estudos das variações dos detalhes visíveis nas faixas; das variações de brilho dos satélites em função de seus posicionamentos ao redor do planeta. Registro de coloridos, suas variações, inclusive nos satélites. NB. — Aumentos da ordem de 250 x ou mais são requeridos, afora boas condições de visibilidade e transparência.

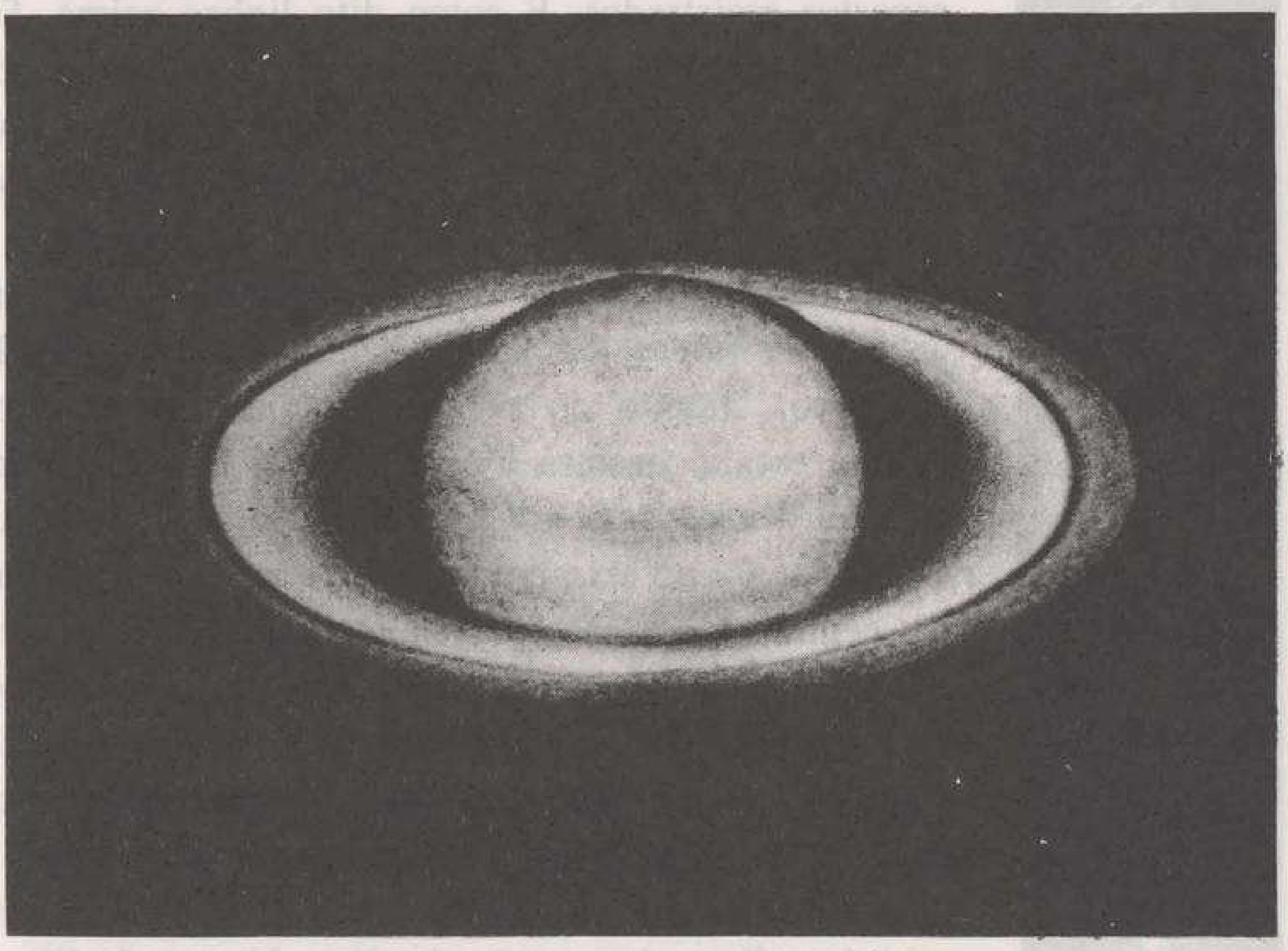
* * *

Merecidamente denominado "maravilha do Sistema Solar", *Saturno* oferece boas perspectivas à observação, embora com dificuldades mais acentuadas decorrentes, todas elas, da distância (o dobro daquela de *Júpiter*) e das menores dimensões de seu disco.

Um pequeno refrator de 50 a 60 mm, e cerca de 50 x, possibilita o registro de pequena miniatura onde, sob reduzidas dimensões, destaca-se o anel se, note-se, este for bem aberto o que nem sempre ocorre. Claro é que, fora dessas condições, o observador deverá aproveitar as melhores oportunidades para visualizar o curioso apêndice que identifica o planeta.

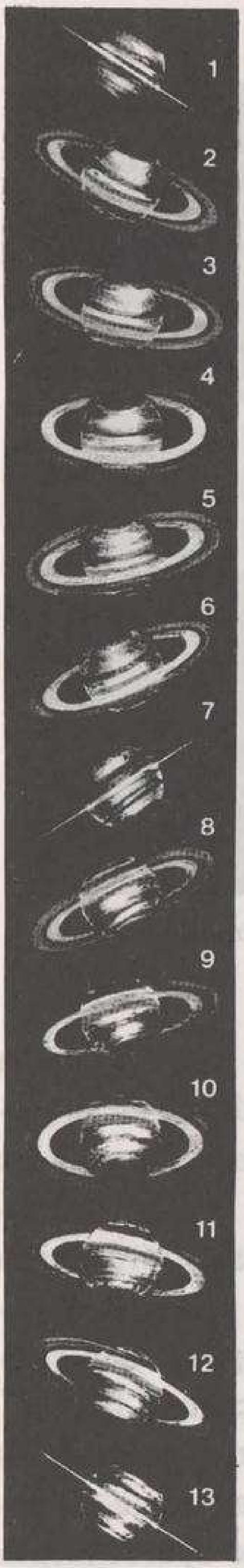
Com maior abertura, da ordem de 75 mm se refrator, de 100 a 150 mm se refletor, possibilitando o emprego de 100 aumentos, já começa o observador a perceber as diferenças de brilho existentes entre a borda exterior, geralmente cinzenta, e a interior, junto ao disco, muito brilhante por sinal, sobretudo quando o anel encontra-se bem aberto ou próximo dessa fase. Nessas ocasiões, pode-se perceber nas gigantescas alças do anel, como que penduradas de cada lado do disco, um detalhe que os efeitos da perspectiva podem tornar mais ou menos evidente: a famosa *divisão de Cassini,* assim chamada por ter sido vislumbrada pela primeira vez pelo célebre observador, que muito honrou o observatório de Paris. Essa "divisão de Cassini" parece separar o anel em duas partes distintas. Segundo hoje se sabe, não haveria ali uma separação propriamente dita, mas um espaço cheio de partículas menos brilhantes e por isso mesmo invisíveis cá da Terra. Trata-se de uma descoberta atribuível às sondas *Voyagers* que estudaram *Saturno* de perto. Para todos os efeitos, porém, continuamos a ver ali uma separação e como tal deve ser considerada. Com uma abertura óptica algo maior, a região interior do anel, por sinal algo sombria, começa a ser percebida. Trata-se do "anel de crepe" ou de *Encke,* nome do astrônomo que a tem associada.

Como acenado anteriormente, *Saturno* mostra menos bem os detalhes que possui, o que contribui, sem dúvida, para asseverar a esse planeta a calma que o caracteriza. Trata-se, como agora sabemos, de



Saturno ao telescópio quando da fase de maior abertura dos anéis (Telescópio de 220 mm e 280 x).

uma aparência ditada pela distância. É que ali ocorre uma violência inaudita, com ventos e remoinhos turbilhonantes que alcançam — segundo as constatações das sondas *Voyagers* — altíssimas velocidades (cerca de 1.300 km/h). Aqui também, contudo, há que se ater aos aspectos que registramos através de nossos telescópios. Estes, precisarão ser potentes para permitir distinguir as variaçõés menos freqüentes (pelo menos à distância) que têm lugar em suas zonas e regiões. São clássicos da observação saturnina (ou saturniana) os delicados "festões" que, por vezes, são registrados às mesmas latitudes correspondentes às faixas e zonas de *Júpiter*. Mais raramente, contudo, a aparente monotonia, a calma estática de *Saturno* é quebrada pelo súbito aparecimento de manchas claras, brancas ou amarelas, que se prestam à melhor determinação de seu período de rotação. Nessas ocasiões, então, deve o observador reunir o maior número de dados possíveis e corretos, alertando sua entidade, ou alguma das "Centrais" especializadas na observação de planetas.



A "dança" de Saturno. Aspectos apresentados pelo planeta dos anéis em determinados pontos de sua órbita.

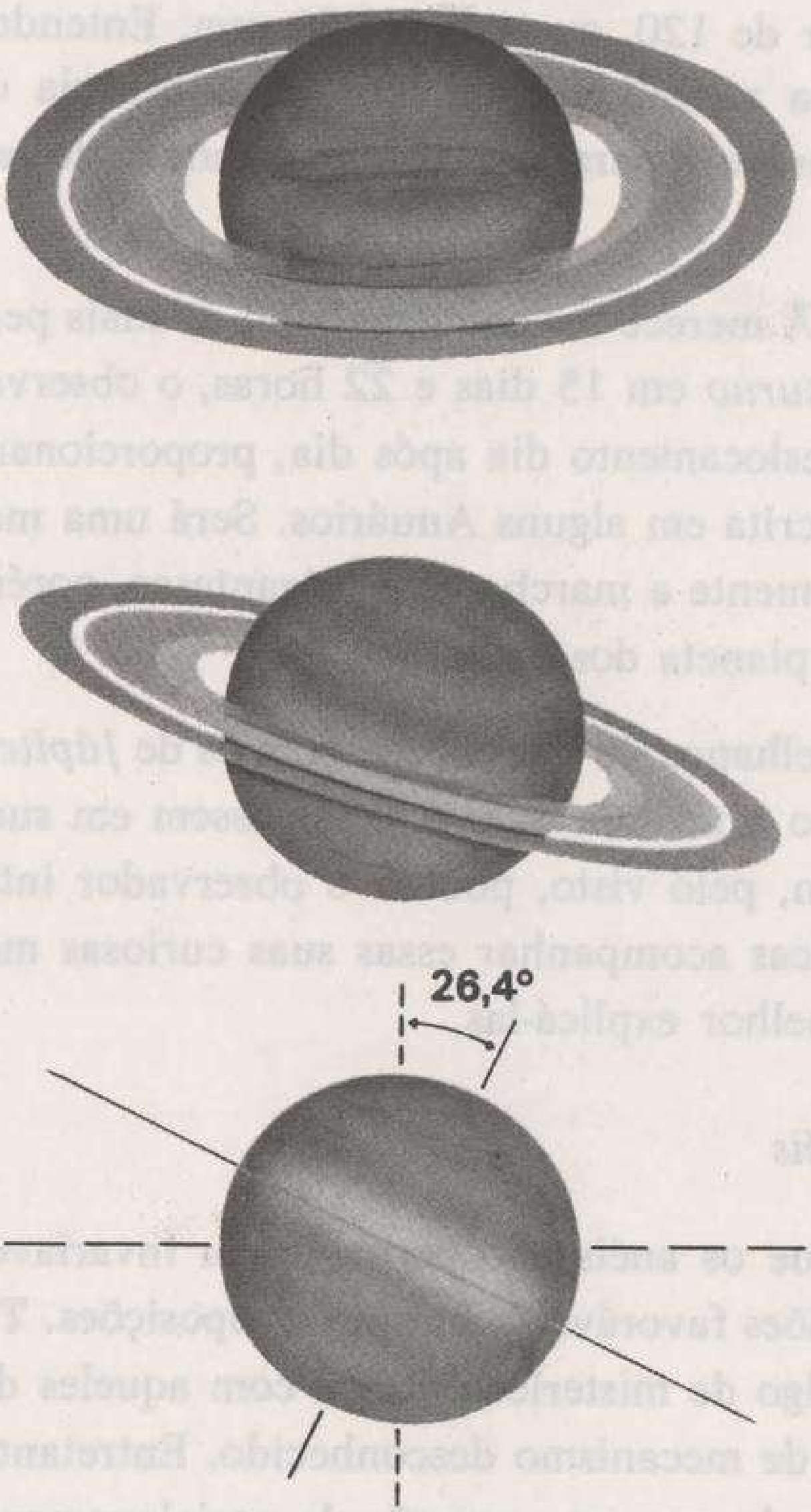
Mas ao se observar, há que se reproduzir os aspectos registrados. E como dito linhas acima, *Saturno* apresenta um "achatamento" mais efetivo, da ordem de 1/10. Supondo um gabarito onde o eixo equatorial tenha 50 mm, o eixo polar deverá ter 45 mm. A maior dificuldade residirá em construir a elipse correspondente o que, convenhamos, não será de grande monta. Isso, bem entendido, com relação ao disco. Quanto ao sistema de anéis, sempre na mesma escala, bastará lembrar que a borda interior do anel deverá ficar a 4 mm do disco, enquanto que a exterior — no eixo equatorial, note-se — a 56 mm do centro do disco do planeta, em realidade uma elipse. Assim, sempre nessa escala, o grande diâmetro equatorial do gabarito terá 113 mm de largura. Prevenimos que não será fácil esquematizar todos os detalhes visíveis no pequeno disco de *Saturno* e observados telescopicamente. Uma escala menor permitirá melhor situar tais detalhes já que facilitará de muito o posicionamento correspondente.

Lembramos ao leitor que os anéis não permanecem invariavelmente sob o mesmo aspecto de uma oposição para outra. Assim, é bom aproveitar ao máximo as épocas de maior abertura, experimentando a potência do instrumento utilizado. Por uma feliz coincidência, *Saturno é o planeta que permite o emprego dos maiores aumentos.* Essa particularidade, que por longo tempo foi objeto de nossas preocupações, deve ser atribuída à faixa espectral que caracteriza o brilho do planeta. Sua tonalidade, ligeiramente amarelada, o situa entre os limites válidos e acessíveis requisitados pelas funções combinadas aumento-resolução. Ocasiões houve em que mais de mil aumentos viram-se empregados, com um refletor de 300 mm, em sua disposição *Cassegrain,* sem que houvesse deterioração das imagens obtidas. Evidentemente, nem sempre tais índices podem e devem ser

tentados. Ocasiões há, entretanto, em que o aumento de resolução máxima encontra-se ao alcance e este deve ser aproveitado pelo observador.

Mas *Saturno* possui, também, respeitável conjunto de satélites. Examinemo-los um pouco mais de perto.

Os satélites de Saturno

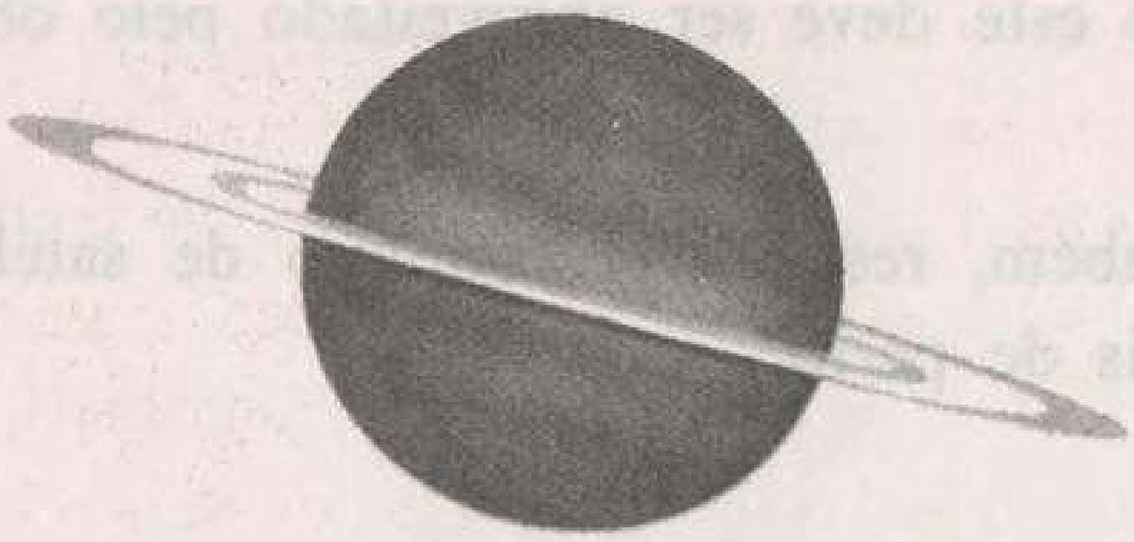


Aspectos oferecidos por Saturno em sua órbita ao redor do Sol. A inclinação de seu eixo de rotação (26°.4) possibilita a cada 15 anos a observação alternada dos hemisférios Norte e Sul.

O planeta anelado possui belíssimo conjunto de mundos gravitando à sua volta, e que hoje sabemos ser numeroso. Entretanto, por força das circunstâncias, nos limitaremos aos mais conhecidos. São eles:

Mimas
Enceladus
Tethys
Dionea
Rhéa
Titã
Hyperion
Iapetus
Phoebe

Dentre eles, destaca-se TITÃ, o maior (diâmetro = 4.100 km) já visível nos menores instrumentos ópticos, com uma magnitude igual a 8.3, acessível, por con-



seguinte, a um bom binóculo. Recorrendo-se a um refrator de 75 mm *Rhea, Iapetus* e *Tethys* (de 9.ª e 10.ª magnitudes) são visualizados, enquanto que *Dionea* requer um refrator de 110 mm ou mesmo um refletor de 120, ou melhor 150 mm. Entenda-se, porém: há que ocorrer boa visibilidade, melhor transparência e, evidentemente, condições favoráveis para os posicionamentos desses satélites.

O comportamento de TITÃ merece ser acompanhado de mais perto. Gravitando ao redor de *Saturno* em 15 dias e 22 horas, o observador poderá acompanhar seu deslocamento dia após dia, proporcionando a demarcação da órbita descrita em alguns Anuários. Será uma maneira de confrontar telescopicamente a marcha desse gigantesco, porém longínquo satélite ao redor do planeta dos anéis.

Os demais satélites, à semelhança do que sucede com os de *Júpiter,* ofereceriam variações no brilho à medida que se deslocassem em suas respectivas órbitas. Aí também, pelo visto, poderá o observador interessado em questões fotométricas acompanhar essas suas curiosas modificações e contribuir para melhor explicá-las.

Quando Saturno abre seus anéis

Foi dito, linhas acima, que os anéis não permanecem invariavelmente abertos durante as ocasiões favoráveis, durante as oposições. Tal fato poderá fazer supor que algo de misterioso ocorre com aqueles detalhes de *Saturno,* sob a ação de mecanismo desconhecido. Entretanto, trata-se nada mais nada menos do que uma questão de posicionamento que caracteriza não só o referido planeta mas também a própria Terra.

Acreditamos que, melhor do que palavras é a representação gráfica das órbitas de *Saturno* e da Terra. Não há a menor escala na mesma, mas apenas a tentativa de explicação do "mistério". Lenta como é

— cerca de 30 anos terrestres — a trajetória de *Saturno* faz com que o astro permaneça longo tempo numa mesma região do espaço, de uma constelação (cerca de 2,5 anos), de maneira que só lentamente também é que o planeta vai tendo modificados seus aspectos. Se lembrarmos que o plano dos anéis permanece invariável no espaço, e paralelo ao equador do próprio *Saturno,* fácil será avaliar que à medida que o astro vai se deslocando, vai mudando também o plano desse anel com relação ao observador terrestre, sob certos aspectos praticamente fixo em seu próprio planeta. Melhor do que tentar com palavras é o exame do gráfico. Ocasiões há, assim, em que *Saturno* mostra seu hemisfério Boreal e outras em que evidencia o seu hemisfério Austral. Nas posições intermediárias, que ocorrem a cada 7,5 anos (15:2 = 7,5) o observador terrestre vê esse plano tangente ao seu olhar, daí o "desaparecimento" dos anéis. Aliás, é bom que se diga, não ocorre "desaparecimento" propriamente dito já que, nos instrumentos de média abertura, e melhor ainda nos de grande porte, pode-se constatar que o anel, como se sabe extremamente delgado (alguns poucos quilômetros), pode ser visualizado como finíssimo traço, não raro pontilhado de luminosidade, à semelhança de pequenas estrelas alinhadas... Tivemos ocasião de observar em princípios de 1980, só para citar uma observação recente, e conosco alguns elementos do Observatório do Capricórnio, o último "desaparecimento" dos anéis de *Saturno* através dos refletores de 300 mm e 600 mm dessa estação astronômica. Mais uma vez, constatou-se que o anel não desaparece mas, antes, fica reduzido a fínissima réstea entremeada de pontos sombrios e luminosos. Tal espetáculo é digno de registro já que pouco freqüente, embora periódico, evidencia de maneira eloqüente a grandiosidade dos movimentos orbitários dos planetas. Tal aspecto é ainda ampliado pelo fato de *Saturno* apresentar uma elipticidade muito mais marcante que aquela de *Júpiter,* de maneira que esse planeta parece ter ficado despojado de algo seu, que lhe é próprio.

O anel, múltiplo aliás, de *Saturno* voltará a "desaparecer" a 20 de maio de 1995, a 11 de agosto desse mesmo ano, e novamente em 12 de fevereiro de 1996. Entretanto, antes disso teremos um aspecto de *Saturno* diametralmente oposto. É que em 1987-1988 o sistema de anéis abriu-se ao máximo se podemos dizer assim, depois de tê-lo fei-

to, pela última vez, note-se, em 1973-1974. Nessa ocasião foi a vez do hemisfério Norte assim como da face Norte do sistema de anéis tornarem-se evidentes. O exame do gráfico dará uma idéia correta do mecanismo que rege esses movimentos do planeta dos anéis.

Saturno e como é ele observado nos telescópios de amadores

Como fizemos com *Júpiter*, façamos o levantamento das possibilidades instrumentais na observação do belo planeta.

Binóculo	— Por potente que seja esse instrumento, não tem ele condições de revelar a identidade dos anéis, uma vez que abaixo de 40 x isso torna-se praticamente impossível. Pode ocorrer, entretanto, uma exceção: quando os mesmos se encontrarem na fase de máxima abertura. Ainda assim o binóculo precisará ser muito potente o que não é muito usual.
Lunetas de 50 a 60 mm Refrator	— Os já tradicionais pequenos refratores de procedência japonesa precisarão utilizar o máximo de suas possibilidades normais para registrar a diferença de brilho entre o anel exterior, acinzentado, e o interior, extremamente brilhante. À essa altura, o achatamento do globo do planeta será constatado com relativa facilidade, enquanto que dos vários satélites um único — *Titã* — de grande porte, será identificado com facilidade.
Telescópio de 100 mm Refrator	— Dispondo de 150 x pode-se visualizar, sob boas condições de visibilidade, a *divisão de Cassini* com algumas restrições, e unicamente nas extremidades do anel, este estando suficientemente aberto. Em contrapartida, registra-se com certa facilidade a sombra do globo do planeta sobre os anéis e estes sobre o globo. Vez ou outra, raramente, uma ou outra mancha poderá ser registrada sobre o dis-

co (festões indefinidos). Três ou talvez quatro satélites, os mais brilhantes, passam a ser visíveis.

Telescópio de 150 mm - Refletor Refrator de 100-110 mm — Com os aumentos já elevados de 250 x, boa estabilidade, transparência e visibilidade de boa qualidade também, começam *Saturno* e seu sistema a oferecer não poucas de suas particularidades. A *divisão de Cassini* é inteiramente visível. O enigmático "anel de crepe" *, muito sombrio por sinal por vezes, bem discernido diante do globo do planeta. Alguns raros detalhes, como sombras imprecisas, bandas indefinidas, começam a ser mais freqüentemente registrados. Quatro ou mesmo cinco satélites (*Titã, Iapetus, Rhéa, Tethys* e *Dione)* são observáveis.

Refletor de 200 mm — As mesmas observações, algo mais bem definidas, podem ser efetuadas. Cinco satélites, dos quais, *Iapetus* (10.ª a 12.ª magnitude) têm sua variabilidade registrada. Evidencia-se a superioridade de *Saturno* com fortes aumentos. O interessado no estudo desse mundo tem condições de aprofundar o exame das particularidades menos evidentes mas nem por isso menos importantes que aquelas de *Júpiter.*

A observação dos satélites de Saturno

N.º	*NOME*	*Magnitude*
I	*MIMAS*	12.0.ª — Difícil pela proximidade do planeta.
II	*ENCELADO*	11.7 (variável) — Difícil, porém, menos que I.

* Na realidade, o "anel de crepe", assim chamado por sua transparência, deve ser identificado como sendo o *C*, ou seja, o segundo mais próximo do planeta. A chamada "divisão de Encke" encontra-se além da de Cassini.

III	*TETIS (TETHYS)*	10.6 (Magn. média) — Visível com refr. 100 mm ou refl. 150 mm.
IV	*DIONE*	10.7 (Magn. média).
V	*RHEA (REIA)*	9.0 — 10.0 — Visível num refr. 60 mm, fácil num refr. 75 mm ou refletor de 150 mm.
VI	*TITÃ*	8.0-8.6 — Perceptível num refr. de 40 mm, bem visto num de 50 mm.
VII	*HIPERION*	15.0 — Difícil.
VIII	*JAPETO (JAPETUS)*	9.5 — 11.0 — Visível num refr. de 75 mm e refletor de 150 mm.
IX	*FEBE (PHOEBE)*	15-0, 16.0 (?) — Difícil em decorrência da distância em que se encontra do planeta.

Nota: Modestas aberturas ópticas possibilitam como verificado a observação de vários satélites. Entretanto, o registro apurado de seus elementos fotométricos requer a utilização de recursos ópticos mais importantes que os indicados.

6

OS PLANETAS REMOTOS

Urano — Netuno — Plutão

"...E inacessíveis...", poderíamos acrescentar ao iniciarmos o presente capítulo. Dos três, o que melhor se acha para ainda assim tentar o amador otimista, confiante não só em seu telescópio mas no seu olho, é URANO. Vejamos, porém, o que é possível realizar com relação a esses três distantes membros do Sistema Solar.

Plutão

De observação extremamente hipotética e, assim mesmo, sob a forma de mero ponto luminoso, débil. É que o planeta tem uma magnitude da ordem de 14.ª (13.7.ª).* Com isso, encontra-se ele definitivamente fora do alcance dos instrumentos de que falamos aqui. Suponhamos, contudo, que uma abertura da ordem de 300 ou mais milímetros seja disponível, e que a mesma tenha discos graduados bem aferidos, tudo isso numa sólida montagem. Amparado no conhecimento que sem dúvida deverá ter das efemérides astronômicas e, sobretudo, no

---

* Atualmente e até o fim do século, *Plutão* não será o mais distante dos planetas, mas *Netuno,* em função das órbitas excêntricas de ambos. *Plutão* encontra-se em máxima aproximação do Sol, ao passo que *Netuno* encontra-se em máximo afastamento. (N.R.T.)

conhecimento de "seu" céu, o amador habilitado poderá tentar, note-se, *tentar* identificar o minúsculo ponto luminoso representado por *Plutão* na região da eclíptica em que presentemente se encontra, por sinal densamente estrelada. A título de simples indicação, damos aqui as coordenadas desse distante mundo (Equin. 1950.0):AR 13h 49m,5 — D: + 7° 41'. Em 1981, *Plutão* passou em oposição a 13 de abril, quando se encontrava a 4.36 bilhões de quilômetros da Terra, ou 29.10 UA. Inútil realçar que o deslocamento desse minúsculo ponto será extremamente lento em meio aos inúmeros outros, as estrelas, que se encontrarem no campo do telescópio.

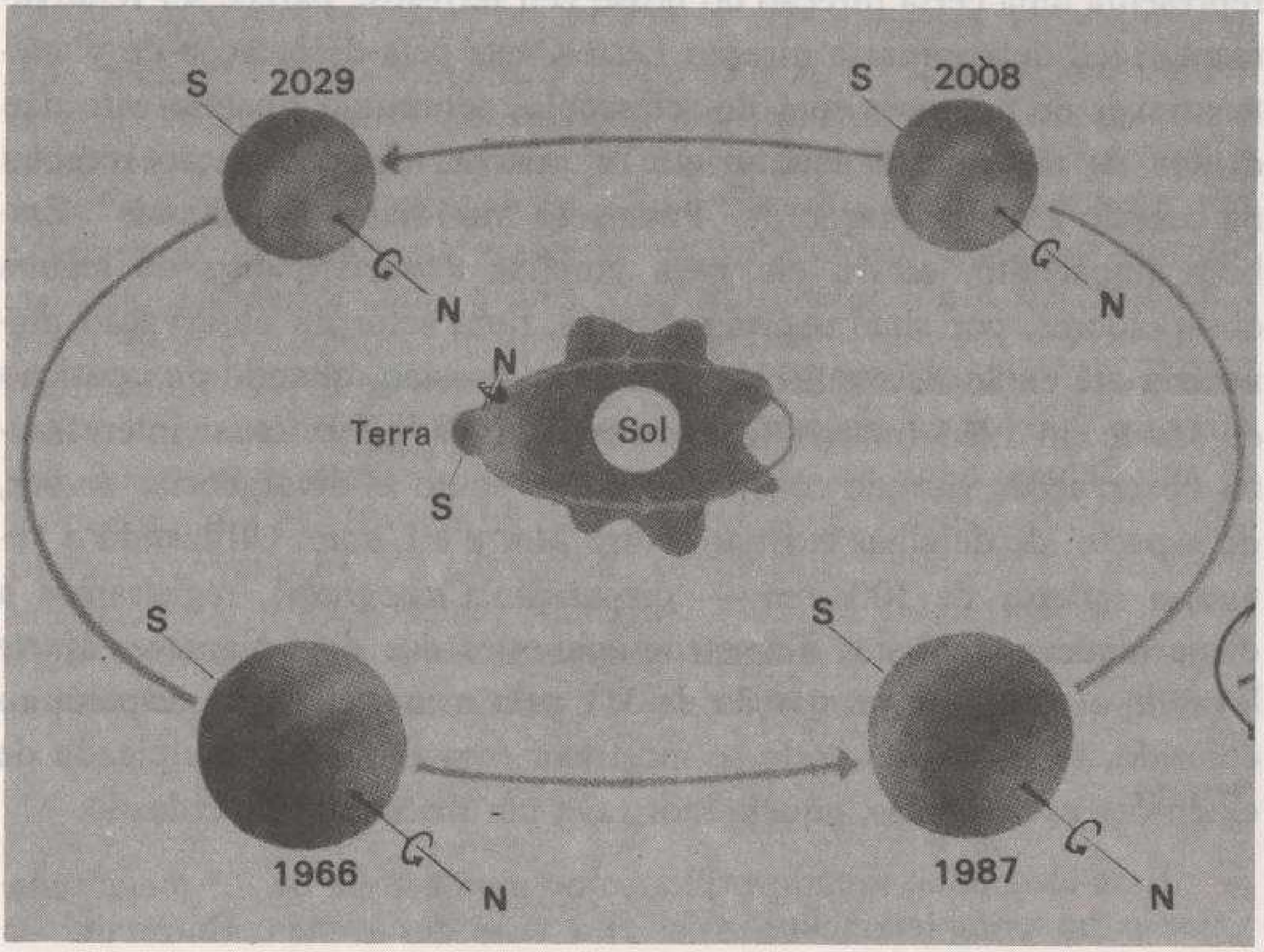
Netuno

Esse longínquo mundo brilha como uma estrela de 8.ª magnitude, o que o faz completamente invisível à vista desarmada. Entretanto, o menor instrumento óptico, um bom binóculo, já permite sua identificação em meio à região onde, em 1981, se encontrava (Ofíuco). Seu pequeno diâmetro aparente, de 2", limita consideravelmente a possibilidade de registrar algo fora do pequeno disco que subentende. Um forte aumento, de pelo menos 200 x, faz-se necessário para, então, dar um aspecto planetário mas indefinido. Já conseguimos entrevê-lo, utilizando para tanto um 300 mm (disposição *Cassegrain*) como o 600 mm do Observatório do Capricórnio. De tonalidade azulada, apenas e nada mais do que um minúsculo disco, foi registrado. Foi como observamos o planeta de *Leverrier* e de *Adams*.

Urano

As coisas melhoram um pouco com esse ainda remoto planeta. As dificuldades e a extrema pequenez do disco, contudo, continuam. Visível a olho nu em noite sem Lua, pode *Urano* ser, no entanto, localizado pelo observador atento e conhecedor do céu, sobretudo das regiões eclipticais. Os Anuários Astronômicos incluem, não raro, mapas detalhados indicando onde se encontra.

Para distinguir razoavelmente bem suas características planetárias, um aumento da ordem de 100 vezes faz-se necessário, quando então toma um aspecto azul-esverdeado, indefinido. *Urano* subentende um diâ-



Por ter seu eixo de rotação inclinado de 82.8º sobre o plano de sua órbita, Urano possibilita a observação tanto de seus pólos como de suas regiões equatoriais. As datas indicam a ocorrência de tais eventos.

metro de 4" de arco. É difícil, convenhamos, enxergar qualquer coisa num tão pequeno disco e, contudo, a observação sistemática de *Urano* foi objeto, alguns anos atrás, de programa elaborado pela ALPO *(Association of Lunar and Planetary Observers)* EUA. Tratava o mesmo de "efetuar o levantamento de manchas eventualmente visíveis" em *Urano*. Trabalho de equipe, como podemos deduzir. O sistema empregado foi aquele há muito tempo realizado com *Júpiter* e, sobretudo, com *Marte*. Um programa de fotometria, uma vez que se constituiu no registro de claros e escuros. Partindo do princípio de que *Urano* tem um período de rotação da ordem de 10 h 45 min, estabeleceu-se a determinação de um MC (meridiano central) algo arbitrário convenhamos, mas que se prestava à finalidade. Como esse planeta tem, via de regra, um dos pólos voltados para a Terra, estabeleceu-se o princípio de determinar quando é que uma mancha ou sombra even-

tual se encontrava *a Oeste ou a Leste do disco*. Nesse sistema, o Oeste representa uma certa direção no nosso céu terrestre, parece ser relativamente fácil determinar a direção Leste-Oeste pela deslocação do planeta através do campo visual do telescópio, sobretudo quando este não dispõe de mecanismo equatorial. Tal sistema de observação recebeu na ocasião a denominação de "Passagens Meridianas Ocidentais". Embora imperfeito, serviu ele para ampliar a participação de alguns observadores, por sinal experimentados, num setor da observação planetária até então desconhecido. Em certa ocasião, quando da oposição de *Marte* em 1965 (março, tivemos oportunidade de efetuar interessantes observações visando constatar até que ponto as divergências de cor, de aspecto, de detalhes existiam entre *Marte* e *Urano*. Utilizando o veterano refletor de 300 mm — disposição *Cassegrain*), registramos a disparidade quanto aos diâmetros aparentes dos dois planetas, *Marte* levando a palma na proporção de 3:1 pelo menos. No que respeita ao colorido, enquanto que este se mostrava rosa-alaranjado, salpicado de extensões esverdeadas, aquele mostrava um disco azul-esverdeado.

7
METEOROS E COMETAS: ASTROS EFÊMEROS

Um meteoro * — vulgarmente chamado "estrela cadente" — é o ponto luminoso que vemos brilhar de repente no céu, riscá-lo bruscamente e desaparecer após breves segundos.

Um cometa é algo grande "cheio de nada", como alguém já disse, que, periodicamente ou não, freqüentemente de maneira imprevista, surge das profundezas do espaço e, após breve lapso de tempo nas proximidades do Sol, retorna para os abismos siderais.

Os meteoros são pequenos corpúsculos da ordem do grama, verdadeiras poeiras ou resíduos viajando em enxames no espaço segundo trajetórias paralelas e muito próximas, que a perspectiva faz aparecer associadas. Inflamam-se, tão pronto sofrem os efeitos do atrito com nossa atmosfera e, como dizem os especialistas, da compressão adiabática do ar.

Velocidades máximas (ref. ao Sol): 42 km/seg.

Velocidades relativas (ref. à Terra): de 12 a 72 km/seg.

Altitude (quando do aparecimento): 120 km aprox.
(quando do desaparecimento): 60 km aprox.

---

* A princípio, define-se *meteoro* como sendo todo e qualquer fenômeno acústico e óptico que se apresenta na atmosfera, o qual, segundo a Organização Meteorológica Mundial, apresenta-se nos seguintes grupos: eletrometeoros, litometeoros, hidrometeoros e fotometeoros. Especificamente no campo da Astronomia, define-se conforme apresentado nesta obra, pelo autor. (N.R.T.)

O fim do fenômeno (extinção luminosa) corresponde à volatilização total ou parcial quando do resfriamento consecutivo à saída de nossa atmosfera. Os espectros obtidos revelam ser eles constituídos em grande parte de ferro.

Registrando as datas dos enxames mais notáveis

Admite-se que milhões de meteoros cruzam, dia e noite, a trajetória da *Terra* pelo espaço e todos os anos, nas mesmas datas, são registradas correntes deles oriundas dos mesmos radiantes, ou seja dos mesmos pontos. Por circularem nas órbitas de cometas conhecidos, cedo se viram associados a estes últimos astros. Ao atravessarem a Terra esses enxames, ocorre maior freqüência dos mesmos, enquanto que os detritos de maior porte dão origem, não raro, aos chamados *bólidos,* menos freqüentes. Algumas poeiras meteoríticas revelariam origem externa ao sistema solar.

Alguns enxames famosos

A seguir datas e os radiantes mais facilmente observáveis:

Data/Máximo	*Nome*	*N.º/hora*	*Radiantes*	*Observações*
2 a 3 Jan.	Quadrantidas	7/40	Prox. β Bootes	Veloc. médias
21 abril	Liridas	8	Prox. 104 Hércules	Rápidos e persistentes
6 maio	Aquaridas 1	6	Prox. de eta Aqu.	Muito rápidos longo trajeto
12 ago. (9/14)	Perseidas	70	Prox. eta Pers.	Muito rápidos
20 out.	Orionidas	20	Prox. nu Ori	Rápidos e persistentes
15 nov. (13/16)	Geminidas	16/50	Prox. alfa Gem.	Veloc. médias brancos

Em que pesem as técnicas aplicadas e recursos utilizados, a observação a olho nu é o método que fornece resultados realmente úteis. Torna-se realmente cansativo efetuar a observação com a cabeça constantemente voltada para o alto. Recomenda-se fazê-lo deitado ou, através do expediente seguinte: uma cadeira de praia.

Elementos a registrar

1 — Momento da aparição (segundo exato).

2 — Modo da aparição a partir do mesmo radiante: pequenos grupos? Com intervalos regulares ou não?

3 — Determinação das trajetórias sobre uma carta celeste, com estrelas de referência.

4 — Cor.

5 — Brilho, utilizando as estrelas como comparação (magnitude aparente).

6 — Velocidade aparente, segundo a duração, e complementadas com as características: lentas, rápidas.

7 — Fenômenos diversos: variação de brilho, trajetórias persistentes, sinuosas.

Quando excepcionalmente brilhantes, comparações com Vênus, Júpiter. Nos casos habituais, recorrer às estrelas-padrão, escolhidas como referências.

Interessante para o amador isolado é a observação dos meteoros, entretanto, adquire maior importância se realizada em grupo, quando então vários observadores podem ter a seu cargo o patrulhamento mais pormenorizado do céu. Aqui também, como se viu acenado páginas atrás, há que se dispor de cartas celestes, débil mas suficientemente iluminadas por fraca luz abafada a fim de não afetar a sensibilidade da visão noturna.

Em busca de cometas

Não há necessidade, como sabemos, de grandes aberturas ópticas mas, isto sim, de curtos f/D, ou seja de instrumento luminoso. Isso

nos faz lembrar dos binóculos, dos pequenos refletores, ou refratores "abertos" a f/5 ou coisa parecida. A parte frontal de uma antiga objetiva de mediano ou grande porte, como os velhos *Petzval* com cerca de 400 a 800 mm de distância focal, prestam-se muito bem para a finalidade, à condição, bem entendido fundamental, de dar-lhes uma estabilidade condizente.

Procedimento

Herschel já nos indicou o método a utilizar, qual seja o de *varrer sistematicamente o céu em áreas restritas, horizontalmente ou verticalmente*. Quanto ao instrumento, recomenda-se que não seja instalado em equatorial, o que parecerá talvez estranho ao leitor. Entretanto, é bom notá-lo, a montagem azimutal facilita as "varridas" não só em altura como em azimute, ou seja em altura e para os lados do horizonte, do lado Leste e Oeste, respectivamente pela madrugada, antes do nascer do Sol, e à tarde, depois que este desapareceu além do horizonte.

O deslocamento deverá ser regular, lento, a fim de não deixar escapar o menor trecho celeste, tomando-se a precaução de utilizar periodicamente a "visão oblíqua", de viés, que como sabemos é suscetível de registrar luminosidades mínimas.

No caso de algo suspeito, recorra-se de imediato a um bom atlas celeste tendo-se o cuidado de memorizar qualquer ponto de referência existente (se o céu estiver suficientemente escuro, isso será evidentemente mais fácil), sobretudo com vistas à confecção de um croqui, de um esboço se, repare-se, o objeto suspeito não figurar no mapa. Reportar-se, então, às estrelas vizinhas feito o que, aguardar certo tempo, meia hora, uma ou mesmo duas horas, perto do instrumento e com o olho por vezes na ocular. Nesse lapso de tempo, havendo certeza quanto à eventual deslocação do objeto com relação aos pontos de referência, se não tiver ocorrido (como por vezes é freqüente) confusão com algum objeto clássico, de baixa luminosidade, mas já registrado e classificado, então, sim, pode o mesmo tratar-se de verdadeiro desconhecido até então, um cometa. Anote-se cuidadosamente a posição (se o instrumento possuir discos graduados, isso se torna mais fácil), a hora, o brilho,

enfim, os elementos que irão complementar a observação, e entrar em contato com o Observatório Nacional ou mesmo com o Observatório do Capricórnio.

Há porém, que se tomar muito cuidado já que se torna muito fácil confundir tais astros com aglomerados estelares ou nebulosidades, principalmente nas regiões próximas ao centro galático (*Sagitário*, entre outras).

E tomar cuidado com os satélites artificiais, os engenhos espaciais que, agora, têm sido por demais freqüentes. Entretanto, a caça aos cometas é um campo potencialmente pródigo, que pode eventualmente gratificar o amador modestamente instrumentado mais imbuído do intuito de fazer um trabalho útil secundado, se for, de paciência e persistência.

O leitor interessado na área encontrará por certo inúmeras informações na obra de *N. Travnik, Os Cometas* (Campinas, Papirus, 1985). Trata-se da primeira obra nacional a enfocar exclusivamente o assunto. Por tal razão e também por apresentar informações acerca do *Halley* merecerá, por certo, figurar na biblioteca de todo amador de astronomia.

A observação visual das estrelas

É claro que os primeiros passos visando o reconhecimento do céu devem ser dados a olho desarmado. Há que realçar o profundo encanto que essa observação proporciona, já que a mesma é de ordem a dar uma visão de conjunto. É ela, aliás, absolutamente indispensável, obrigatória para permitir a avaliação, a disposição, a superfície, o relacionamento, as particularidades, as características, enfim, o acervo celeste. Na observação visual, é que se funda toda a concepção mental que o céu é suscetível de proporcionar à inteligência do homem. O majestoso, lento e irreversível movimento da esfera celeste é de ordem a proporcionar todos os elementos indispensáveis à compreensão dos movimentos dos astros, sobretudo daqueles mais chegados, como o Sol, a Lua, os planetas, e suas relações entre si. E quando, bruscamente, um meteoro risca o céu, a sua efêmera existência é de ordem a indicar com maior profundidade a vastidão imensa dos espaços, a intangível dimensão do tempo.

E depois, há que mencioná-lo, parece haver boa razão para tanto. Diz ela a respeito ao fenômeno cósmico, inusitado, raro, ocorrido não faz muito e que ocasionou a destruição de uma estrela, quiçá mas muito improvavelmente orbitada por mundos planetários... e que ficou conhecido como o da *Supernova de 1987 (SN-1987-A)*. Como sabido, trata-se de uma estrela que não pertencia a nossa galáxia, à Via Láctea, já que localizada a 170.000 anos-luz, e vizinha da *GNM*, ou seja, da *Grande Nuvem de Magalhães*, uma das galáxias-satélites da Via Láctea. O que não se sabe, muito provavelmente, é que por ocasião de sua descoberta (entre 22 e 24 de fevereiro daquele ano), feita por um astrônomo americano, Shelton, a olho nu, quando em missão em grande observatório no Chile, a equipe noturna do Observatório do Capricórnio, constituída na ocasião por Júlio Lobo, Ednilson de Oliveira entre outros, deixou de registrar tal evento em decorrência do mau tempo então reinante no *Monte Urânia*. Como de praxe, e segundo o velho costume de todo observador contumaz do céu, é rotina o hábito de inspecionar o céu a olho desarmado a fim de avaliar as condições "de abordagem" antes do emprego de qualquer instrumento. Trata-se de um comportamento por assim dizer natural que antecipa e predispõe o observador na sua função, seja ela visual e/ou fotográfica do céu. As probabilidades de identificar a referida supernova eram totais já que na ocasião, determinado objeto vinha sendo metodicamente acompanhado já que situado, note o leitor, nas regiões circumpolares, ou seja nas proximidades da área da *"SN-1987-A"*. E como o Observatório do Capricórnio se encontra posicionado na longitude correspondente em grandes linhas ao 46.º meridiano, ou seja cerca de 30º, ou 2 horas, a Oeste da estação chilena, parece evidente que, sob condições atmosféricas favoráveis — e que vinham ocorrendo durante várias noites seguidas antes daquela da descoberta de Shelton — o fenomenal e inusitado evento teria sido registrado antes por observadores brasileiros. Questão, pois, de pura sorte. Dessa maneira, parece mais do que evidente que a simples e rotineira maneira de patrulhar o céu, mesmo a olho nu, pode resultar na constatação de — não vamos dizer supernovas (embora estas continuam a ter lugar no universo com freqüência não raro maior do que se supõe) — mas de não poucos fenômenos igualmente importantes, como cometas, bólidos, variáveis etc. Não esqueçamos o exemplo dado por Robert Evans, o pastor aus-

traliano que, nas suas horas vagas, ocupa-se da observação de galáxias distantes à procura de supernovas, tendo descoberto mais de uma dúzia, exemplo esse difícil de ser seguido, evidentemente, mas que não deixa de servir de estímulo para aquele que procura dar uma finalidade à sua atração pelo céu.

À margem dessas divagações, a observação atenciosa à vista desarmada, o patrulhamento desta ou daquela constelação pode levar à constatação de um acréscimo no brilho de uma estrela pouco evidente na véspera e, assim, à descoberta de um astro temporário, de uma "nova". Claro é que as limitações da vista desarmada breve se impõem, não restando a menor dúvida de que um pequeno instrumento, por modesto que seja, é capaz de ampliar a potência do nosso olho. Aí é que surge uma prestação de serviço verdadeiramente invulgar por parte do *binóculo*. Se por acaso o amador tiver a oportunidade de ter nas mãos um binóculo cuja pupila de saída * for igual ou aproximadamente igual a 5, terá o meio óptico de secundar poderosamente sua visão noturna.

Um binóculo "50x7" oferece condições ideais para tanto, já que sua pupila de saída, igual a 7, é superior, pois, à abertura noturna de um olho considerado normal, com aproveitamento total da luminosidade do binóculo. Um binóculo comum, muito embora não seja de todo recomendado para a finalidade, é de ordem a permitir a penetração mais profunda nos céus noturnos. Se levarmos em conta o que foi dito acerca da visão desarmada quanto à visibilidade limite das estrelas (6.ª a 6,5.ª magnitude, quando muito), constataremos que um pequeno binóculo faz ganhar uma a duas magnitudes. Os chamados "de teatro" podem alcançar em boas condições de visibilidade até a 8.ª magnitude, multiplicando, destarte, o número de estrelas acessíveis. Já é, pois, um passo importante. Mas é com um "50x7", que começa a exploração verdadeira do céu. Com tal tipo de instrumento é perfeitamente possí-

---

* Trata-se da área por onde emergem todos os raios luminosos oriundos da objetiva de um telescópio, de uma luneta, de um binóculo. De regra, vai ela diminuindo à medida que o aumento se eleva. Num binóculo, é o quociente do diâmetro linear da objetiva pelo aumento. A visão noturna exige uma pupila de saída nunca inferior a 5. (Cf. Parte I, Capítulo 6, pp. 89-103)

vel não só avaliar as particularidades da constelação observada, suas delimitações, como também enumerar um sem número de estrelas de outro modo inacessíveis. As "variáveis" passam, então, a ser comodamente acompanhadas em suas oscilações luminosas já que comparações com o brilho fixo das estrelas próximas são tangíveis. Se o observador conseguir estabilizar seu instrumento, até então seguro na mão, e portanto oscilante, melhorará muito o comportamento do mesmo.

Façamos, no meio tempo, um pequeno levantamento das possibilidades visuais, assessoradas por um instrumento óptico:

Magnitudes estelares limites visuais

Binóculo (de teatro, m/m 3x) ..... Mag. 8	*Luneta* (refr.) 75 mm Mag. 11
Binóculo de marinha " 9	" 81 mm " 11,5
Luneta (refr.) 43 mm " 10	" 95 mm " 12
" " 60 mm " 10.5	" 108 mm " 12,5

Trata-se de instrumentos clássicos, tradicionais, cujo comportamento foi suficientemente testado. Outrossim, os elementos indicados dizem respeito às possibilidades *teóricas*, de papel. A coisa é diferente quando considerada *experimentalmente*, como é sobejamente sabido por todo observador. Trata-se, pois, de uma performance extrema, quando da ocorrência de condições perfeitas de visibilidade e transparência. Ora, sabemos que isso nem sempre acontece. Não devemos esquecer que as estrelas são visíveis como pontos luminosos e assim continuarão sendo vistas seja qual for o aumento utilizado. Dessa forma, é preferível utilizar aumentos fracos se desejarmos avaliar não só brilho, mas também o colorido que não raro apresentam. A esse respeito, os brilhos registrados serão mais intensos à medida que a abertura aumenta. Evidentemente, o acromatismo das objetivas é de primeira importância já que ele precisará ser o melhor possível. Este último fator é, aliás, um dos elementos negativos que caracteriza as lentes dos refratores. Os espelhos estão praticamente isentos desse senão, sendo eles acromáticos. Pelo menos no sentido prático que se dá a essa característica.

Tivemos ocasião de comentar em detalhe o problema da resolução óptica. Desta feita, só reproduziremos a pequena tabela anexa onde se poderá verificar o limite dessa resolução para cada abertura empregada. Nela incluímos como ponto de partida os *refratores,* ou seja as lunetas, enquanto que as últimas mencionadas se referem aos *refletores,* ou telescópios propriamente ditos. Como a grande maioria dos amadores vê-se de pronto limitada ao clássico "200 mm", o famoso "8-inch" dos anglo-saxões, uma pequena extrapolação poderá ser feita por aqueles que dispõem de aberturas mais importantes, lembrando apenas que a resolução é determinada de maneira mais ou menos precisa pela relação

$$R = \frac{5".0}{A}$$

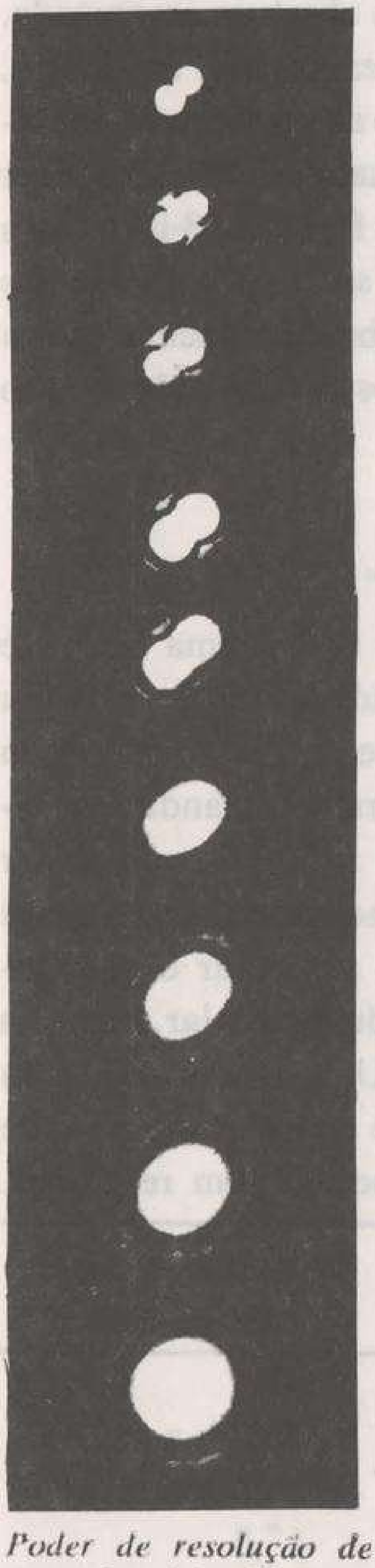
onde *A* é a abertura óptica em *polegadas* (NB.:1" = 25.4 mm).

Assim sendo, o leitor terá através da citada tabela uma idéia, se não perfeita, pelo menos aproximada das possibilidades *teóricas* de seu instrumento. Note-se que frisamos propositadamente "teóricas", uma vez que tal condição está limitada ao papel. Na prática, manda a experiência dobrar esses limites, reduzi-los à metade a fim de não sofrer decepções tal a importância e a constante presença da *turbulência atmosférica.* Mesmo assim, mandam os exigentes aumentar o numerador quando, por exemplo, na observação de uma dupla estelar, uma das componentes for menos brilhante que a outra. Unicamente sob boas ou mesmo excelentes condições de visibilidade e transparência é que os resultados se aproximam da teoria, e assim mesmo com restrições.

Diâmetro em mm	*em"*	*Limite teórico de resolução*
40	1 3/4	3"
50	2	0",83 a 0",80
60	2 3/8	2",0 a 2",1
80	3 1/8	1",5
110	4 1/4	1",1
130	5 1/8	0",97
150	6	2",4 a 2",5
200	7 7/8	0",63 a 0",60

NB: ", aqui, precisa ser considerado em *polegadas.*

Ao observarmos um sistema estelar duplo, é necessário conhecer 3 elementos:



Poder de resolução de um telescópio. Trata-se da capacidade óptca de separação de dois ou mais pontos de luz. O poder de resolução é dependente do diâmetro óptico e não do aumento.

— as magnitudes das componentes
— a distância que as separa
— o ângulo de posição

O segundo item é medido em segundo de arco (”/arco) e diz respeito à estrela principal tomada como centro. O ângulo de posição é contado do *Norte* e de 0 a 360°, no sentido inverso ao movimento dos ponteiros do relógio. Vejamos o que dizem os observadores de estrelas duplas. Para orientar-nos quando da observação telescópica, é necessário deixar o astro deslocar-se livremente no campo da ocular. Esse deslocamento proporciona a direção 90° → 270°, sendo o Sul em cima (= 180°), e o Norte em baixo (= 0°), com a imagem invertida, o observador face para o Sul (*vide* gráficos).

Quanto ao posicionamento, seja qual for o objeto, este é feito por quadrantes, quarto de círculo, indicados como segue *(vide* gráficos):

nf = “Norte seguinte” *(North following)*: de 0° a 90°
sf = “Sul seguinte” *(South following)*: de 90° a 180°
sp = “Sul precedente” *(South preceding)*: de 180° a 270°
np = “Norte precedente” *(North preceding)*: de 270° a 360°

O próprio movimento diurno proporciona de maneira instantânea a borda “precedente”, enquanto que o ponto corresponderá ao “seguinte” seja qual for o caso, imagem invertida ou não.

Se utilizarmos um aumento igual ao diâmetro da objetiva, ou espelho, avaliado em mi-

límetros, as observações proporcionarão melhor rendimento. Evidentemente, isso dependerá das condições atmosféricas. Ocorrendo uma noite límpida, de turbulência mínima, eventual aumento (inclusive duplo) poderá ser empregado a fim de separar componentes extremamente cerradas.

Mas ocorrem condições que precisam ser levadas em consideração. Suponhamos que se queira dar certo peso à medida efetuada ou por efetuar. Se quisermos avaliar o poder de resolução de nosso instrumento, teremos que considerar:

— separação das componentes pouco superior ao limite teórico atribuído à abertura óptica utilizada;

— a estrela principal não muito mais brilhante que a companheira do sistema;

— componentes suficientemente brilhantes para serem facilmente observadas.

Como o observador facilmente constatará, existem casos em que sistemas importantes, extremamente brilhantes e aparentemente indicados para tais avaliações, na realidade não se prestam para a finalidade, sendo mesmo de extrema dificuldade. Isso ocorre particularmente com a mais brilhante estrela do céu, *Sirius** e também com outra de brilho elevado, *Prócion*. Nem sempre, principalmente *Prócion*, são essas estrelas desdobradas com telescópios de amadores.

Alguns observadores, contudo, contornam satisfatoriamente algumas das várias dificuldades que esse tipo de observação comporta. Assim, recomendam eles que se utilize a melhor ocular disponível para esse trabalho, e que corresponda ao *aumento médio normal* aplicável à objetiva, ao instrumento utilizado. Como sabemos (*vide* trabalhos citados) este é sensivelmente igual a 1,5 vezes por milímetro de abertura. Assim, com um refrator de 75 mm ou 76 mm, recomenda-se recorrer à ocular que proporcione aumentos da ordem de 75 a 100 vezes. Ocorrendo boas condições de turbulência, há interesse não raro em

---

* No caso de SIRIÙS certos "estratagemas" (diafragma hexagonal, excêntrico) podem permitir a observação de sua companheira.

forçar-se a ampliação sobretudo se a dupla tiver componentes cerradas. No entanto pode ocorrer que a dupla observada tenha uma principal muito mais brilhante que a companheira. Não estranhar, conseqüentemente, se esta se mantiver invisível, mesmo através de aumento acima do indicado.

Por vezes o observador tem que se haver com duplas cuja companheira se encontra perdida na imagem da principal, ou mais especificamente nos anéis de difração que, como se sabe, contornam a imagem estelar. Há debates, acalorados muitas vezes, acerca da performance de um dado instrumento, que registrou tal companheira, e de outro, de maior abertura, que não a viu etc. Uma explicação poderia ser a seguinte: a companheira, de fraca magnitude e brilho, encontrou-se *entre* os anéis de difração; num outro, pode ter ficado *escondida* por um deles. Recomendam os observadores afeitos à técnica o uso do seguinte estratagema: colocar diante da objetiva, do espelho, um diafragma com diversas perfurações (de um a dois centímetros de diâmetro), provocando, assim uma redução da abertura. Outros têm resolvido o impasse utilizando um pedaço de tela metálica, de plástico, para reduzirem também a abertura ou mesmo alterar de pouco a figura de difração da peça óptica. De nossa parte, recorremos à sugestão comentada, acreditamos, num dos volumes ATM (Amateur Telescope Making). Um diafragma, composto de seções hexagonais, colocado sobre o espelho utilizado e girado periodicamente a fim de alterar, note o leitor, o posicionamento das estrias luminosas causadas pelos suportes do espelho secundário. Não raro, quando experimentado com *Sirius,* tal processo revelou a minúscula companheira, como se sabe de muito menor magnitude estelar ($\pm$ 11.ª mag).

Quanto à possibilidade de efetuar medidas de estrelas duplas, deve-se convir que há necessidade de um mínimo de equipamento, cuja descrição não pode ser abarcada pelo presente trabalho. Realmente, a utilização de um *micrômetro* exige certas condições instrumentais nem sempre encontradas pela maioria dos amadores. Há exceções, é claro, como o caso de *R. Frangetto* (falecido em 1987), que tanto em Santos como em Atibaia, ambas localidades situadas em São Paulo, realizou trabalho incomum entre os não-profissionais graças à utilização racional de um micrômetro filar. Utilizado com refletores, de 200 e

300 mm, muito bem instalados, um sem número de objetos têm se constituído alvo de suas medições, com resultados satisfatórios, onde o segundo e meio de arco tem se constituído a base. Um contato com o mesmo informava que ele se achava propenso a adquirir um desses acessórios, suscetível de fornecer-lhe medidas da ordem de 1", limites esses que permitiram ao citado observador penetrar no limiar de inúmeros sistemas duplos cerrados, de outro modo inacessíveis. Tal trabalho, convém notá-lo, é praticamente desconhecido do não-profissional e, sem dúvida nenhuma também, pouco praticado, pelo menos no hemisfério austral, por astrônomos de carreira.

Na falta de um micrômetro do tipo acima citado, ou ainda de outras variantes, podem-se realizar estimativas aproximadas se — condição obrigatória — ocorrer disponibilidade de um retículo constituído de finíssimos fios. Coloca-se a estrela principal, *A*, no centro do campo, no cruzamento dos fios. Em seguida, deixa-se que ela se desloque em decorrência do movimento diurno, de Leste para Oeste. Gira-se delicadamente a ocular sobre si mesma de modo a manter a estrela constantemente sob um dos fios, orientado a partir daí na direção Leste-Oeste. A fim de evitar dúvidas, essa operação poderá ser repetida várias vezes. Volta-se a colocar a estrela *A* no centro do campo, avaliando-se da melhor forma possível o ângulo θ materializado pela direção *AB* da estrela secundária com relação a esse mesmo fio, como indicado. Com certa prática, estimativas da ordem de 10° podem ser efetuadas. No caso, o *ângulo de posição* α da dupla *AB*, medido no Norte e contado de 0 a 360 graus no sentido contrário àquele dos ponteiros do relógio, é de pronto avaliado. No exemplo anexo, $\alpha = 90° + 50° = 140°$ aproximadamente. Evidentemente, trata-se apenas de uma estimativa. Quanto à separação angular das componentes, será ela avaliada através do diâmetro aparente de uma ou de outra no espaço existente entre ambas. O referido exemplo pode servir de base para tanto, quando, então, *A* cabe 2 vezes e *B* três vezes. Mais ainda. A distância, que chamaremos de ρ, entre os centros das componentes poderá eventualmente ser deduzida, que associada à pequena Tabela anexa, poderá por sua vez dar uma idéia dos diâmetros dos discos (falsos, por sinal) das estrelas observados dessa feita com fortes aumentos, sempre relacionados com a magnitude aparente e a abertura óptica

do instrumento utilizado. Esses fortes aumentos deverão ser da ordem de 1,5 a 2 x por milímetro de abertura livre.

As estimativas, evidentemente, não terão senão uma precisão aproximada, mas servirão, se seguidas periodicamente, para detectar após alguns anos, o movimento orbital de duplas de curto período, como é o caso de α *Centauro, 70 Ophiuchus* etc.

É claro também que tais estimativas não poderão — com esse meio — ser realizadas em duplas cujas componentes sejam muito cerradas ou também muito distanciadas uma da outra. Alguns observadores conseguiram determinar certas distâncias com uma precisão da ordem de 10% o que, diante dos meios postos em função, é bastante satisfatório.

Diâmetro aparente dos falsos discos estelares

Abert. \ Magn.	1	2	3	4	5	6
43 mm	6",5	6"	5",5	5"	4",5	4"
75 mm	3",5	3",5	3"	3"	2",5	2"
108 mm	2",5	2",5	2"	2"	1",5	1"

(Seg. de *Vaucouleurs e Rudaux*)

Existem obras especializadas que tratam desse campo de atividades. Tivemos oportunidades de traduzir *As Estrelas Binárias (The Binary Stars)*, de *Aitken*, obra clássica por excelência, cujo aproveitamento não ocorreu ainda. Recentemente, *Couteau publicou* um excelente trabalho sobre o mesmo assunto — *A Observação das Estrelas Duplas Visuais* * — que tem merecido da crítica especializada lisonjeiros encômios. O leitor interessado, e que se dispuser a empreender um programa dessa ordem, encontrará nessa bibliografia farta documentação assim como as indispensáveis instruções e sugestões.

---

* *L'Observation des Etoiles Doubles Visuelles*, no original francês. Flammarion, Paris, 1978.

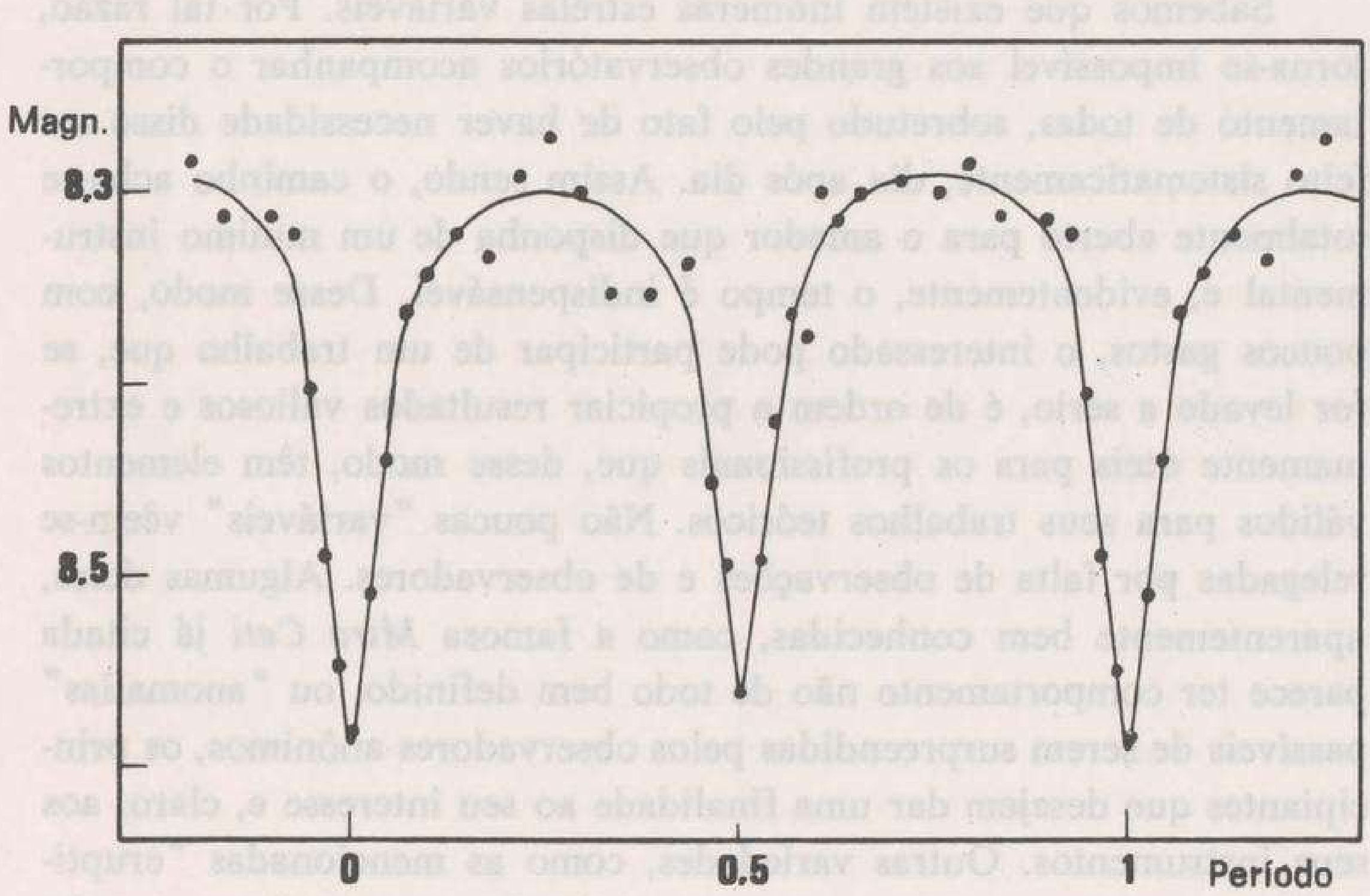
AS ESTRELAS VARIÁVEIS E A SUA OBSERVAÇÃO

Sabemos que existem inúmeras estrelas variáveis. Por tal razão, torna-se impossível aos grandes observatórios acompanhar o comportamento de todas, sobretudo pelo fato de haver necessidade disso ser feito sistematicamente, dia após dia. Assim sendo, o caminho acha-se totalmente aberto para o amador que disponha de um mínimo instrumental e, evidentemente, o tempo é indispensável. Desse modo, com poucos gastos, o interessado pode participar de um trabalho que, se for levado a sério, é de ordem a propiciar resultados valiosos e extremamente úteis para os profissionais que, desse modo, têm elementos válidos para seus trabalhos teóricos. Não poucas "variáveis" vêem-se relegadas por falta de observações e de observadores. Algumas delas, aparentemente bem conhecidas, como a famosa *Mira Ceti* já citada parece ter comportamento não de todo bem definido, ou "anomalias" passíveis de serem surpreendidas pelos observadores anônimos, os principiantes que desejem dar uma finalidade ao seu interesse e, claro, aos seus instrumentos. Outras variedades, como as mencionadas "eruptivas", têm um comportamento que necessita de um patrulhamento efetivo, o que poderia se constituir num trabalho de rotina para não poucos observadores do céu.

Mas evidentemente, há uma rotina a seguir, um sistema a respeitar. Vejamos mais de perto os elementos orientadores.

1 — Escolha das variáveis

Manda a prática que se comece com variáveis que tenham seu comportamento bem conhecido, a fim de que o principiante se familiarize com o método e avalie ele próprio as reações já experimentadas por outros observadores. A escolha recairá, pois, sobre estrelas cujas variações sejam sensíveis, de grande amplitude, da ordem de 2 magnitudes, com períodos superiores a alguns dias, facilmente localizáveis e o que é melhor, em meio a campos onde estrelas de comparação sejam bem estáveis e por isso mesmo bem conhecidas, de brilhos bem diferentes entre si. Recomendam os experientes que se opte pelas variáveis do tipo *Mira,* as *SR, as eruptivas* e *RCB, RV do Touro*, exceção feita às *Cefeidas, RR* e *flare-stars.* Existem listas de tais estrelas e, com mais fortes razões, mapas orientadores.



"Curva fotométrica" de uma estrela "variável". O registro das modificações verificadas no brilho de uma dessas estrelas permite a obtenção de uma "curva de luz" correspondente ao seu comportamento.

2 — *Tipos de instrumentos*

Foi dito que a observação do céu pode ser feita a olho nu. Algumas variáveis podem ser acompanhadas dessa forma muito embora, é claro, ocorram erros importantes de avaliação. De qualquer modo, um binóculo do tipo prescrito, onde a pupila de saída seja da ordem de 5, como o utilíssimo "50x7", é desde já insistentemente recomendado. Não devemos esquecer que o binóculo oferece um fator de grande importância, sobretudo quando se trata da orientação em função da leitura de um mapa: *a visão direta da área abarcada, não havendo inversão do campo como ocorre normalmente com o telescópio.* Quanto a este último, o de reflexão é mais indicado do que a luneta já que o campo desta última é sempre menor. Salvo se o observador dispuser de um desses chamados *comet seeker* (buscador de cometas), onde o fator f/D é pronunciadamente curto, f:5 a f:10. De qualquer maneira, um instrumento suscetível de fornecer um campo útil da ordem de 5° é perfeitamente indicado. Lembramos a propósito o leitor que 5° correspondem a 10 diâmetros lunares.

3 — *Localização — Identificação*

Faz-se indispensável dispor nesta altura de um mapa de grande campo, conhecido geralmente como *"mapa A"*, e que contenha as estrelas acessíveis ao binóculo utilizado. Um processo de familiarização e de comparação mapa-área celeste deverá, então, ter início a fim de situar as estrelas abarcadas. Ocorrendo a disponibilidade de um instrumento, um telescópio convencional ou refrator, o auxílio do buscador facilitará de muito tal operação, devendo o observador lembrar-se sempre que o instrumento convencional *inverte* o campo. Para tanto, inverterá o *mapa A* de maneira correspondente a fim de facilitar a identificação. Uma vez encontrada a correspondência e feito o reconhecimento das estrelas principais e secundárias, recorre-se ao *mapa B*, algo mais restrito e limitado, de escala conseqüentemente menor, a fim de identificar no campo abarcado a variável procurada. Começam aí as dificuldades já que, não raro, essa variável se encontra em meio a campo onde as estrelas são numerosas e de pouco brilho. Não raro também, um terceiro mapa, o *mapa C*, faz-se necessário a fim de, reduzindo ainda

mais o campo e a escala, permitir então a identificação visada. E se as estrelas locais forem de magnitude inferior a 8.ª, a coisa se complica um pouco. De qualquer maneira, o observador não deverá desanimar, pois isso é característico da operação nessa fase de reconhecimento.

4 — Estimativa ou avaliação do brilho

Aqui é que reside a razão de ser do trabalho, da atividade do variabilista. O método básico consiste na localização, na identificação de duas estrelas próximas que tenham um brilho um pouco maior e um pouco menor que a variável considerada. Se *A* for a estrela pouco *mais* brilhante e *B* a *menos* brilhante, a relação obedecerá ao seguinte critério:

$$A > V > B$$

se, claro, V for a variável considerada.

Em seguida, o observador tentará determinar, segundo uma escala de 0 a 5, quantos degraus de intensidade separam essas estrelas, admitindo a ocorrência de um grau de diferença imperceptível para cada degrau de intensidade. Ocorrendo uma diferença mais apreciável, mais perceptível, atribuirá o observador 2 degraus, e se esta for mais evidente ainda, atribuirá ele 3 degraus e assim sucessivamente para diferenças de brilho maiores ainda. Os variabilistas indicam de praxe suas observações da seguinte maneira:

A (3) V (4) B, ou ainda A (1) V (2) B, ou A = V.

A comparação, a avaliação de brilho deve ser feita rapidamente embora sem precipitação, já que a experiência demonstra que nada se lucra ao se tentar efetuar numerosas observações em tempo restrito, o olho perdendo muito de sua sensibilidade, mormente operando para cima como ocorre regularmente na observação celeste.

Com prática e certa experiência, chega-se a observar cerca de 10 estrelas por hora, ou talvez mais se o observador dispuser de bom equipamento e de bons mapas. Claro que para tanto o observador terá que dispender tempo e exercitar-se constantemente nesse gênero de observação.

Isto feito, dispondo dos dados e elementos obtidos e conhecendo as magnitudes das estrelas de comparação, o observador pode deduzir aquela da variável por comparação. Supondo que as estrelas A (2) V (4) B, ofereçam as magnitudes

$$A = 6{,}8 \text{ e } B = 8$$
$$B - A = 1{,}2$$

de maneira que

$$V = 6{,}8 + \frac{2 \times 1{,}2}{2 + 4} = 7{,}2$$

Como se pode deduzir, uma simples regra de três permite calcular a magnitude da variável. É evidente que a precisão dependerá da acuidade com que se determinar as estrelas de comparação. Estas, normalmente, já vêm indicadas nos mapas de variáveis de maneira que esses dados podem ser considerados praticamente exatos.

Os variabilistas, para facilitar a avaliação dos dados obtidos, anotam os elementos obtidos em coluna: data, hora em TU, nome da variável, instrumento utilizado (aumento e abertura), comparação observada (exemplo: d,S,p), magnitude registrada até o décimo, características da medida (exatidão, precisão), assim como as condições do céu, segundo um coeficiente (excelente, regular, mau). Quanto à data e à hora, utiliza-se de hábito o calendário juliano, com decimais.

A avaliação visual, quando bem desenvolvida, pode alcançar 0,1 de magnitude para um observador experimentado. Ocasiões ocorrem em que essa precisão é da ordem de 0,2 a 0,5 em função de diversos fatores (colorido, má posição da estrela etc). E os resultlados deduzidos de uma só estrela, por extrapolação, são evidentemente menos seguros e precisos. Há observadores tão experientes que conseguem realizar 25, ou mesmo 30 comparações por hora. Um total de 80 a 100 estrelas pode, assim, ser patrulhado durante o período de uma semana. Um índice de duas observações semanais pode, contudo, ser suficiente para cada objeto estudado. Há variabilistas que graças à sua experiência dispensam os mapas, tal a prática adquirida. Recomenda-se também empregar o método de ligeira desfocalização da imagem estelar a fim de constatar a diferença de luminosidade dos discos estelares, tornados

assim menos concentrados. As diferenças serão, dessa forma, mais bem avaliadas. Alguns variabilistas, bem equipados, recorrem a meios mais sofisticados (fotografia, fotometria fotoelétrica etc) mas é fora de dúvida que a observação visual continua estando em primeiro plano tal a qualidade dos seus resultados.

Variáveis acessíveis e importantes

São inúmeras e entre elas, *Mira Ceti, Epsilon Cocheiro, U Órion, R Leão, R Hidra, R Coroa Boreal, R Serpente, R Águia* etc. Uma pequena lista dessas estrelas poderá, acreditamos, ser de alguma utilidade para o principiante desejoso de iniciar-se nessa utilíssima atividade observacional. Longe de ser completa já que as variáveis são inúmeras, permitirá uma vez identificadas propiciar os primeiros passos.

Binárias eclipsantes

Se uma estrela estiver associada a uma outra, gravitando ao redor segundo as leis da mecânica celeste, ocasionará, sem dúvida, redução periódica da luz emitida pelo sistema. Para tanto, contudo, há que ocorrer duas condições mínimas: 1) estarem elas no mesmo plano visual do observador terrestre e, 2) a companheira ser menos brilhante, ou até "escura", como ocorre com um sistema tomado como padrão para esse tipo de estrela, *Algol, de Perseu.*

A periodicidade regular experimentada pela alteração da luminosidade do sistema, embora não seja de ordem a fornecer dados sobre a natureza das componentes, é suscetível, contudo, de revelar particularidades acerca das massas e dimensões postas em jogo, caso típico, pois, da aplicação das citadas leis da mecânica celeste.

A AAVSO e o papel do amador na observação das estrelas variáveis

Mas... caso do leitor perguntar, de posse de um sem-número de observações relativas a uma dada "variável" e acumuladas durante certo tempo, um mês, por exemplo: *Que fazer com elas?!* Efetivamente, tal pergunta é oportuna. Foi ela, sem dúvida feita há muitos anos atrás, cerca de 60, por não poucos observadores que de longa

data também vinham registrando sistematicamente as variações de comportamento de não poucas estrelas. O que se sabe é que tal estado de coisas, graças ao forte espírito de participação de seu povo, deu margem a que nos Estados Unidos se fundasse uma agremiação que, gradativamente, mercê da atividade de observadores de bom quilate que discutiam e analisavam tais variações, foi adquirindo reconhecimento e apoio dos astrônomos profissionais que passaram a contar com as preciosas "curvas de luz" indispensáveis para seus modelos teóricos relativos à evolução estelar. E dessa forma surgiu a AAVSO (American Associations of Variable Stars Observers) ou seja a Associação Americana de Observadores de Estrelas Variáveis, que a partir de 1935, reunindo dezenas de observadores, se constituiu na instituição não-profissional — mas muito bem apoiada pelos profissionais — extremamente bem conceituada que é hoje.

A bem dizer, no que nos diz respeito, não fugimos à possibilidade de ter contato com a AAVSO já que a mesma serviu de modelo a não poucas sociedades congêneres atualmente existentes no mundo e que têm seus programas calcados nas normas da veterana entidade americana. Assim, por volta de 1949-1950, pouco tempo depois da fundação do Observatório do Capricórnio associamo-nos à AAVSO visando contribuir no que fosse possível no terreno das "variáveis". Entretanto, residindo em São Paulo, em cujo clima, apesar de não tão antagônico como se mostra hoje, cedo constatamos a dificuldade de amealhar dados seguidos, mais ou menos contínuos e válidos acerca desta ou daquela "variável", o que nos levou a desistir da área mas não da AAVSO, já que, em contrapartida, passamos a contribuir efetivamente no que respeita à observação solar. Assim, graças às melhores condições climáticas diurnas de São Paulo da época, passamos a acompanhar o comportamento de nossa estrela — coisa igualmente realizada pela AAVSO, já que o astro do dia, sendo também uma estrela, vinha ele merecendo atenções. E assim, por 22 anos ininterruptos contribuímos com a *Solar Section* da AAVSO. Esse longo período de observação abarca cerca de 2/3 de nossa "Curva da Atividade Solar" elaborada desde os primeiros anos da década de 50. A título de simplels menção, convém lembrar que durante o referido período utilizamos um refrator "VION" de 56 mm de abertura, 900 mm de distância focal e 90 x.

Fornece instruções, mapas e outras formas de apoio a AAVSO àquele que se propõe participar seriamente de seus diversos programas no setor das "variáveis". Por se tratar de setor onde, como vimos, o amador tem amplas possibilidades de contribuir efetivamente em programas de trabalho extremamente sérios, não poderíamos deixar de recomendar àqueles que se sentirem atraídos por esse tipo de observação que entrem em contato com seu quartel-general, junto ao *Harward College Observatory,* Cambridge, Massachussets, EUA. Evidentemente — e aqui vai uma recomendação — isso deverá ser feito se houver *realmente* empenho e o máximo interesse em fazer obra útil! Embora não haja compromisso formal — salvo o de fornecer elementos aproveitáveis — a categoria dos programas é de alto nível, já que aproveitado por profissionais.

Caberia aqui, talvez, uma outra sugestão, a de entrar primeiro em contato com uma entidade nacional que, embora de formação recente, tem dado cabal demonstração de sua capacidade e eficiência. Referimo-nos à REA — Rede de Astronomia Observacional. Sua sede fica em São Paulo, à rua Almirante Marques Leão, 684 — CEP 01330 — telefone (011) 57-6532 — A/C. de Tasso A. Napoleão — que poderá prestar informações a quem as solicitar. Através de tal contato, o observador nacional terá condições de se familiarizar com o setor assim como de participar das eventuais reuniões de trabalho da REA.

Alguns objetos siderais

Ao adentrarmos no estudo das estrelas realçou-se o fato de que a simples observação do conjunto de pontos luminosos que parecem crivar a esfera celeste é o ponto de partida para uma primeira avaliação, sobretudo de conjunto, do gigantesco panorama que envolve o observador terrestre. Foi tal observação que permitiu, e que ainda permite àquele que lhe dirigir o olhar, uma avaliação cujas minúcias e detalhes irão gradativamente se revelando. Em meio a esse monumental conjunto, aparentemente sem nexo mas que, como vimos, também é ordenado, o olho do observador algo mais atencioso verifica ocorrer em meio às constelações já mais familiares, o traçado impreciso mas não menos evidente, a estrutura complexa e desigual luminosidade, serpenteante, da Via Láctea em meio às regiões celestes. É nas

noites de inverno que ela se torna mais evidente, oferecendo, então, espetáculo altamente instrutivo para aquele que pesquisa.

Por curioso que pareça, é também a olho desarmado que nos é dado reconhecer algumas das regiões sombrias, verdadeiras nebulosas escuras, que também se fazem presentes, como o famoso *"Saco de Carvão"*, contornando o *Cruzeiro do Sul*, dando a essa e outras regiões o aspecto fictício de não haver ali estrelas. E se o observador recorrer, como várias vezes mencionamos, a um bom binóculo, constatará, então, quão vastas são as possibilidades instrumentais de semelhante acessório óptico no reconhecimento das regiões celestes. O indefinido acúmulo de pontos luminosos perceptível a olho nu torna-se, ao binóculo, um feérico espetáculo tal a incontável aglomeração de estrelas até então inacessíveis. Veja-se, por exemplo, a já citada nebulosidade visível, na região de *Órion*, em sua região central, ou seja das *"3 Marias"* (o "Boldrié" do Caçador), ou então, as não menos famosas *Plêiades*, as regiões do *Sagitário*, de *Ofiúco*, do *Navio*, ou mais especialmente da *Carena (Carina)*, do *Cruzeiro do Sul*, ou ainda do *Centauro ("omega" Centauri)*, do *Escorpião*, do *Tucano* etc. Se o binóculo proporcionar uma "pupila de saída" da ordem de 5 mm evidenciam-se de maneira espetacular os maravilhosos panoramas celestes, o que proporciona ao observador uma visão de conjunto e, ao mesmo tempo, de inumeráveis particularidades cuja avaliação será extremamente útil para o conhecimento que precisará ter para orientar-se, ulteriormente, rumo a um programa definido. Lembre-se aqui que a acuidade visual alcança seu pleno rendimento quando longe das luzes artificiais, das aglomerações urbanas. O morador da cidade tem contra si esse obstáculo que, verdade seja dita, limita ao extremo suas possibilidades e, conseqüentemente, sua tentativa de efetuar o reconhecimento do céu. Deverá, portanto, procurar melhorar ao máximo qualquer tentativa nesse sentido, distanciando-se das mesmas o quanto possível. Uma simples excursão, mesmo num bairro distante, junto a uma estrada, permite fazer com que o firmamento se veja mais bem abarcado, e se dispuser de um local onde, no futuro, possa empreender a construção de seu posto de observação mais ou menos permanente, melhor.

Mas, às vezes, dispõe o observador de uma pequena luneta, de 50 ou de 60 mm, hoje em dia comum, ou ainda de um pequeno teles-

cópio, de 100 mm ou pouco mais de abertura. A área abarcada por esses instrumentos, menor em suas dimensões, permite entretanto dar certa particularidade aos objetos visualizados. Se o aglomerado do *Centauro, "omega"*, revelou-se perdido em meio à imensidão estelar, passa ele a tomar mais importância ao ser "centrado" na ocular mais fraca de um dos instrumentos mencionados. E assim com não poucos objetos siderais. As *Plêiades,* as *Híades,* quando visualizadas com uma pequena luneta ou o modesto telescópio, adquirem outra personalidade. Que se procure contar, por exemplo, o número de estrelas visíveis no primeiro desses aglomerados, comparando-o com o registrado a olho nu: a constatação será inconcebível para o principiante e dará uma idéia bastante positiva da potência óptica de seu instrumento, ou dos meios ópticos em geral quando utilizados na observação do céu.

Não podemos, evidentemente, realizar uma descrição pormenorizada dos tesouros celestes. A título de simples orientação, anexamos uma pequena lista deles acessíveis ao observador que disponha de modestos instrumentos. E se ele dispuser de um binóculo, sobretudo do tipo qu recomendamos, que não se esqueça de utilizá-lo nessa nova atividade.

Nessa lista, a letra maiúscula, *M,* seguida de um número corresponde ao catálogo de *Messier (Charles Messier),* astrônomo francês do século XVIII que, primeiro de todos, elalborou uma lista de objetos siderais visíveis, então, em seu instrumento. A tradição manteve seu nome em seus anais e muito embora existam catálogos muito mais elaborados, o de *Messier* constitui sem dúvida nenhuma o que primeiro precisa ser conhecido pelo observador do céu.

Lista de aglomerados e nebulosas acessíveis
aos pequenos instrumentos

M 1 — TOURO — Nebulosa a 1° a nordeste de *"dzeta"*. Trata-se da célebre *"Crab Nebula"* (Nebulosa do Caranguejo), de observação algo difícil; constitui os restos de explosão de supernova ocorrida em 1054, e registrada pelos chineses.

M 2 — AQUÁRIO — Aglomerado globular próximo do equador celeste, vizinha de *"beta"*.

M 5 — SERPENTE — Formando a extremidade Oeste de um triângulo equilateral, com *"epsilon"* e *"mu";* pequeno disco fosco, com 8' de diâmetro aparente, visível através de binóculo; aglomerado globular.

M 8 — SAGITÁRIO — Aglomerado a 5° a Oeste de *"lambda"*, visível a olho nu em noite sem Lua.

M 11 — ESCUDO DE SOBIESKI — A 4° a Oeste de *"lambda" da Águia;* aglomerado aberto, mostrando-se globular quando observado através de binóculo.

M 13 — HÉRCULES — Aglomerado globular visível a olho nu, entre *"eta"* e *"dzeta"*, situado a um terço da distância que vai de *"eta";* magnitude 5.ª; nebulosidade arredondada, de contornos imprecisos, destacada numa noite sem Lua, mas declinada para o céu boreal, onde é, sem dúvida o mais belo objeto desse tipo. Contém vários milhares de estrelas e dista 22.000 anos-luz do Sol.

M 22 — SAGITÁRIO — Aglomerado globular, visível com binóculo; situado a 3° a Leste de *"lambda"*.

M 23 — OFIÚCO — A 5° a Nordeste de *"mu" Sagitário;* notável aglomerado.

M 24 — SAGITÁRIO — A 3° Noroeste de *"lambda" Sagitário;* exigindo potente binóculo para ser resolvido.

M 27 — PEQUENA RAPOSA (Vulpecula) — a famosa *"Dumb bell"*, nebulosa planetária; a meio-caminho entre *"beta" Cisne* e o *Delfim*, com aspecto de sino, difícil, e cuja distância é calculada como sendo da ordem de 1.000 anos-luz.

M 31 — ANDRÔMEDA — Visível a olho nu no prolongamento *"beta" "mu";* galáxia espiral gigante; grande eixo = 2° bem evidenciado através de binóculo, quando, então, revela sua condensação central se observada com pequeno instrumento. O satélite, *M 32 Andrômeda*, nebulosidade vizinha. Distância da ordem de 2,5 milhões de anos-luz.

M 35 — GÊMEOS — Aglomerado aberto visível a olho nu entre *"eta" Gêmeos* e *"theta" Cocheiro;* várias centenas de estrelas de 9.ª e 10.ª magnitudes.

M 36, M 37 e M 38 — COCHEIRO — Três aglomerados próximos à Via Láctea. Procurar localizar *M 37* entre *"beta"* e *"theta"*. Resolvido com um aumento de 50 vezes.

M 42 — ÓRION — Ao redor de *"theta"*, nebulosa gasosa; visível a olho nu; panejamento luminoso. Um instrumento revela o aspecto de asa aberta à condição de ser ele potente (200 mm, 300 mm). Distância: 1.500 anos-luz.

M 44 — CÂNCER — Aglomerado do *"Presépio";* visível a olho nu próximo de *"gamma"*, muito aberto, resolvido em estrelas através de binóculo.

M 45 — As PLÊIADES — De 6 a 10 estrelas normalmente visíveis a olho nu; várias dezenas através de pequeno instrumento. Aglomerado do tipo aberto.

M 51 — CÃES DE CAÇA — Galáxia espiral, invisível a olho nu. Procurar localizá-la cerca de 3° a Sudoeste de *"eta" Grande Ursa;* fraco brilho, difícil de encontrar com um instrumento de porte médio; diâmetro, 6'. Distância: 37 milhões de anos-luz. NB.: *A Grande Ursa nem sempre é visível de nossas regiões.*

M 67 — CÂNCER — Aglomerado pouco luminoso, de 25' de diâmetro; procurar localizá-lo cerca de 2° a Oeste de *"alfa" Câncer.*

Incluímos ainda dois objetos dignos de registro:

NGC* 5139 — *"Omega"* CENTAURO — Provavelmente o mais belo aglomerado do céu, sem dúvida o maior deles. Situado no prolongamento Norte *"beta"-"epsilon" Centauro.* Visível a olho nu como estrela de 4.ª magnitude. Diâmetro: 23', sem condensação central. Espetacular através de telescópio de 200 mm e cerca de 80 aumentos.

NGC 104 — 47 TUCANO — Vasto aglomerado globular, magnitude visual 4.ª, e diâmetro de 23' e o mais importante depois de *"omega" Centauro.* Visível a olho nu em noite sem Lua, límpida; situado a 2° Sudoeste de *"theta" Tucano.* Um binóculo registra sua condensação central, enquanto que um pe-

---

* *New General Catalogue.* (N.R.T.)

queno refletor (150 mm) revela, com poucos aumentos, a separação existente com estrelas do conjunto.
E mais,

M 68, NGC 4590 — HYDRA — Pequeno porém interessante aglomerado situado a 3° Sul e 1° Leste de *"beta" Corvo,* próximo de uma estrela de magnitude 5. Diâmetro: 3', magn. visual = 7.5.ª, invisível a olho desarmado mas fácil de observar com pequeno instrumento, quando então mostra suas características.

NGC 4755 — *"kappa" Crux,* CRUZEIRO DO SUL — Belíssimo aglomerado aberto denominado por *J. Herschel* de *jewells box* *, ou seja "escrínio de jóias", tal a profusão de estrelas que ele contém, constituindo uma estrela de 4.ª magnitude. Ocorrem em seu centro estrelas de diferentes coloridos, formando curiosamente um *A* deitado ao redor do qual cerca de 50 estrelas de menor brilho são constatadas. Um pequeno instrumento, mas melhor, um refletor de 150/200 mm e poucos aumentos mostram as diversas tonalidades coloridas que possui, desde o esverdeado até o azulado, o violeta. Registre-se, por exemplo, a pequena porém evidente estrela central vermelha.

NGC 6231 — ESCORPIÃO — Aglomerado aberto, com 10' de diâmetro, situado ao Norte da dupla *"zeta" Escorpião.* Em suas proximidades, ocorre outro pequeno aglomerado, H 12 (cuja letra "H" indica catálogo de *Herschel),* acessíveis a pequenos instrumentos, ou mesmo a olho nu bastando para tanto estar longe de luzes artificiais. Ambos revelam possuir número elevado de estrelas (cerca de 100 no primeiro e 200 no segundo).

Essa lista poderia ser prolongada consideravelmente já que são numerosos os objetos celestes acessíveis aos instrumentos geralmente disponíveis por parte do amador. Afora os aglomerados, abertos e globulares mencionados, ocorrem também alguns objetos, nebulosas difusas, nebulosas planetárias, nas regiões do *Sagitário,* do *Órion,* do *Touro*

---

* Ou "caixa de jóias". (N.R.T.)

e, claro nas regiões circumpolares de nosso hemisfério. O campo observado, as perspectivas vão gradativamente sendo ampliadas e, gradativamente também, o observador vai constatando as limitações de seu instrumento, não sendo raro que passe a cogitar de ampliar este último, substituindo-o por outro mais potente. A esta altura, não raro também, seja por se tratar de um passo natural, um complemento lógico, ou ainda motivado pela leitura de obras especializadas, vem-lhe à mente recorrer à *fotografia*, esse complexo de técnica e arte, para fixar ou mesmo ampliar o que lhe é dado ver através do telescópio. E, de fato, é a fotografia uma área de vastíssimas possibilidades que, como veremos, se abrem às possibilidades do observador do céu. Para fechar o conteúdo do presente trabalho falaremos dela a fim de que o observador do céu tenha uma idéia do que poderá compreender. Claro, nossa exposição não será e não poderia ser completa, já que a mesma é algo extensa e também algo complexa, com inúmeros aspectos e não menos número de recursos. Obras existem que tratam da fotografia astronômica, da astrofotografia, pormenorizadamente, de maneira que o último capítulo do presente trabalho corresponderá mais a uma introdução, um intróito, às inúmeras sugestões que se vêem oferecidas pela película sensível associada à lente, ao espelho do telescópio.

Como veremos, o céu revela-se acessível à câmara fotográfica, obedecidas certas normas e regras.

O CÉU E A FOTOGRAFIA

Auxiliar indispensável da Astronomia, é a astrofotografia, com que o amador fecha sua participação no estudo generalizado do céu. Infelizmente, vasto como é, abrangente de não poucas áreas, a falta de espaço impede-nos sequer de adentrar em alguns de seus domínios. Limitar-nos-emos, por conseguinte, a rápidas pinceladas, a simples esboços destinados a dar uma idéia ainda que pálida das possibilidades desse notável campo de atividade. Se a fotografia fixa o documento, conserva-o e permite registrar o invisível, o olho revela-se superior no registro de detalhes solares, lunares ou planetários que um documento fotográfico não poderia abarcar. Ambas as técnicas se complementam.

Todos os aparelhos funcionam em astrofotografia

Uma classificação sumária indicaria duas categorias de aparelhos válidos:

— os que têm objetiva fixa.

— aqueles que as têm escamoteáveis, de rosca padronizada (42 mm de diâmetro) ou de baioneta.

Os obturadores utilizados são do tipo de lâminas (Compur), de cortina. Todos os aparelhos se prestam mais ou menos bem à fotografia. Os 35 mm (24x36 mm) têm, evidentemente, quadro reduzido e campo muito grande. Nesse particular, os antigos 9x12 ou 13x18 cm seriam mais indicados. A questão do filme, entretanto, é o maior entrave.

Assuntos clássicos — Com um ou outro desses tipos, os traçados causados pelas estrelas podem ser registrados, bastando deixar aberta (em B) a objetiva. O reultado dependerá da objetiva, do filme, da exposição, das condições favoráveis. O instrutivo, entretanto, não deixará de estar presente. Que se faça uma experiência através de uma exposição da ordem de 15 minutos. Até a Lua, Vênus ou Júpiter podem deixar suas esteiras luminosas sobre a película, sobretudo se houver cuidado para determinar o foco exato. Poses curtas, com objetivas luminosas dos "35 mm", são indicadas para o registro e alinhamentos estelares das constelações.

Instalação das câmaras — Interessante é situá-las obedecendo às regras do equatorial, condição que por certo não acarretará problemas para o interessado já que uma simples prancheta, inclinada segundo a latitude do lugar, presta-se muito bem para a finalidade. Quanto ao obturador da objetiva, recorra-se à abertura de tempo do diafragma em "B".

Filmes a utilizar — Não temos, como sabido, muitas escolhas à disposição. Uma coisa, porém, é certa: *utilizar o máximo de rapidez com fenômenos igualmente rápidos.* O TRI-X da Kodak é interessante, assim como qualquer correspondente que tenha sua sensibilidade (400 ASA). Quanto ao filme a cores, as opções não são muitas.

Conjunções, planetas, constelações, meteoros

A área de ação vai se ampliando, como vemos. Com astros de aparência puntiforme, realiza-se a pose abrindo-se a objetiva e mantendo-a assim alguns segundos (de acordo com a sensibilidade). Com a Lua, há que se fechar o diafragma, recorrendo-se à menor luminosidade, como 5.6 ou 6.3. Não esquecer que as fases alteram igualmente esse fator. Uma sucessão de várias poses, com exposições de 1/4 a 1/2 segundo todos os 5 ou 10 minutos e abertura máxima do diafragma;

e a seqüência de crescentes (ou minguantes) lunares associados a planetas próximos assegura resultados interessantes, harmoniosos. O registro dos alinhavados das constelações poderá ser efetuado sobre documentos obtidos através de poses da ordem de 5 minutos e plena abertura. Meteoros brilhantes: diafragma aberto, filme rápido e exposições da ordem de 10 a 40 minutos — eles poderão ser registrados também, embora os mais brilhantes tenham a primazia. Cuidado com a névoa úmida quando da exposição algo prolongada (recomendou-se páginas atrás um método para reduzir ou mesmo anular seus efeitos).

Cometas — Quando se trata de um brilhante cometa, visível a olho nu, a operação é relativamente simples: plena abertura, filme extremamente rápido e poses de 30 segundos a 1 minuto. Com cometas telescópicos, outros são os cuidados, principalmente de acompanhamento do instrumento.

Mas, não poderemos entrar em detalhes, por sinal inúmeros. Limitar-nos-emos a esboçar uma seqüência evolutiva, uma progressão que obedecerá possivelmente às fases que enumeramos a seguir. Tais fases abrangem cinco etapas, a saber:

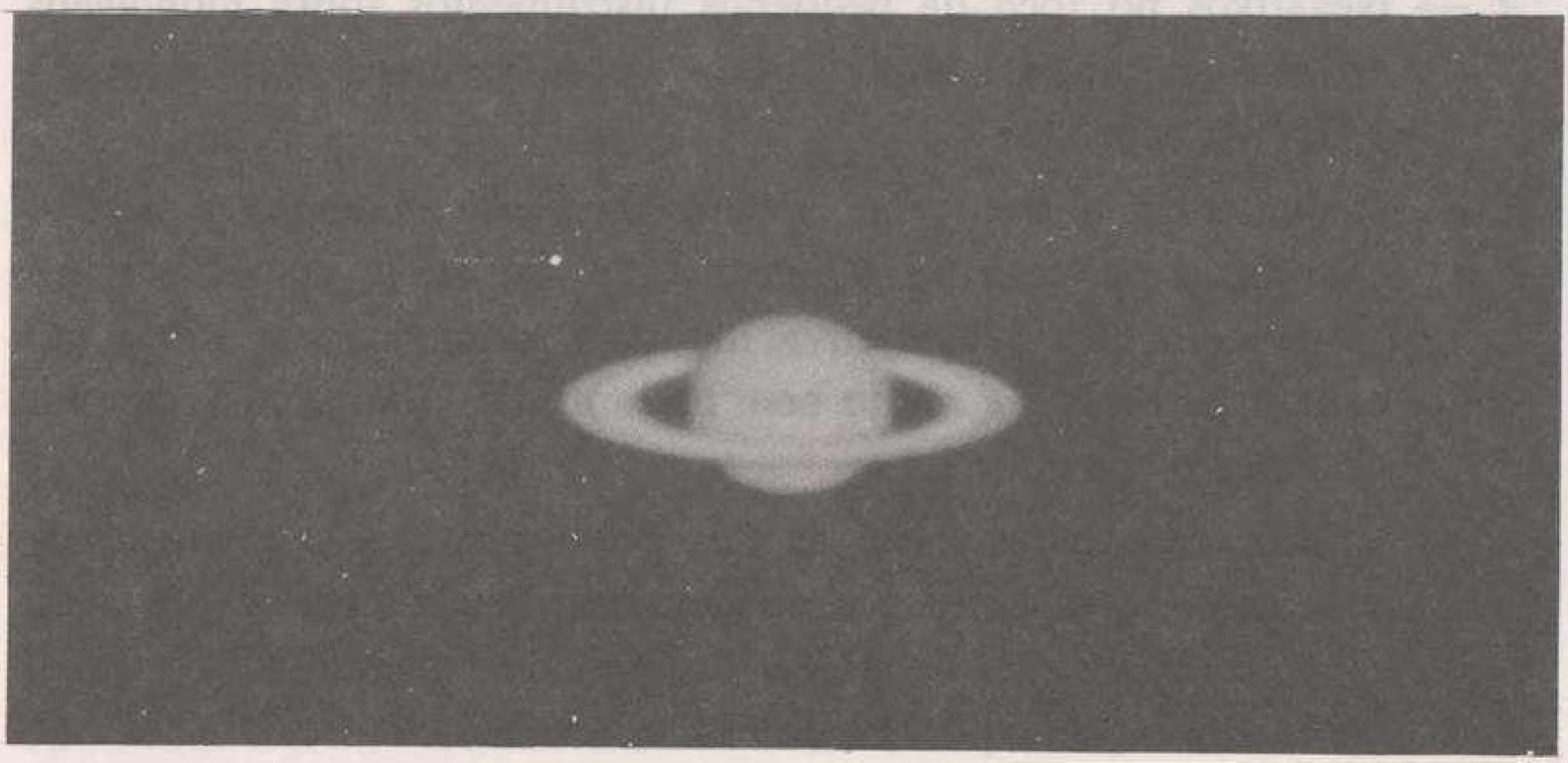
Partindo do princípio que a verdadeira astrofotografia começa, por exemplo, com uma fotografia lunar obtida no foco de uma pequena luneta, o interessado gradativamente irá realizando.

1 — Documentos sem telescópio, com uma 35 mm (24x36 mm), de 40 a 50 mm: rotação da esfera celeste, conjunções, eclipses em imagens sucessivas (lunar e solar);

2 — Negativos no foco de pequenos instrumentos sobre montagens azimutais: Lua por inteiro, com exposições mais rápidas que o 1/20º de segundo;

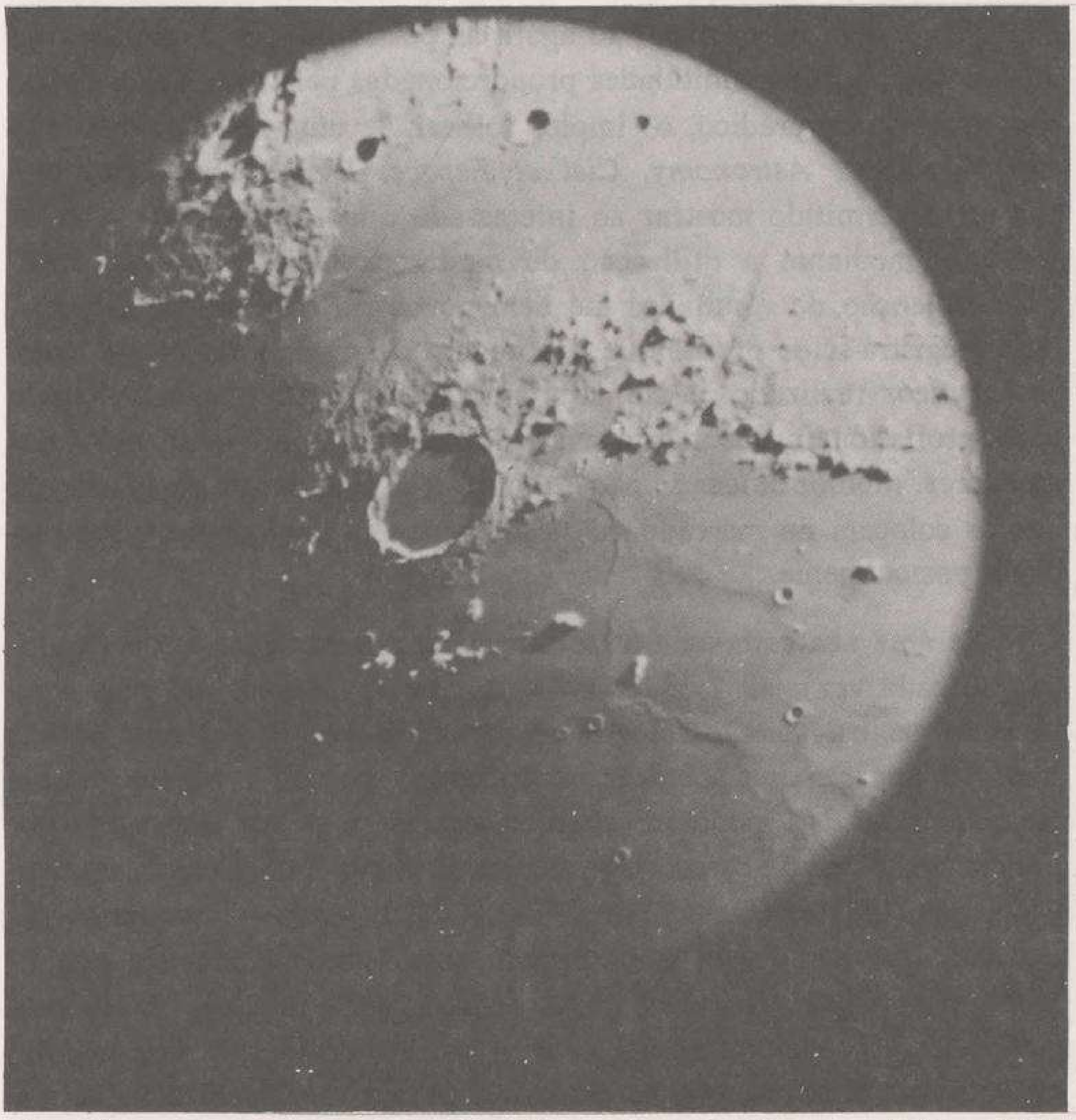
3 — Documentos obtidos com acompanhamento manual ou elétrico com pequeno equatorial desmontável ou outra disposição; ou ainda com uma teleobjetiva montada paralelamente sobre um equatorial estável e muito bem mecanizado: Via Láctea, campos estelares e cometas;

4 — Clichês de alta resolução da Lua e dos planetas brilhantes, ampliando-se, com ocular, a imagem focalizada pela objetiva, ou espelho. Exposições da ordem do segundo por ocultação manual sobre montagem equatorial, elétrica, estável;



5 — Fotos de longa exposição, através da câmara 35 mm (sem óptica) no foco de um telescópio equatorial equipado de variador de freqüência para controlar o acompanhamento: operação extremamente delicada se a pose ultrapassa 10 minutos.

Drogas e laboratórios — Sendo variadas ao extremo as possibilidades oferecidas pela intensa gama de reveladores disponíveis ou passíveis de serem realizados, afigura-se algo difícil indicar as soluções mais recomendáveis pois os documentos é que estabelecem suas características. A título de orientação, se os documentos de estrelas e objetos



O astrônomo amador e a fotografia. Alguns dos magníficos resultados obtidos por F. GINELLI, do "Giordano Bruno" (Fortaleza, CE). O Circo "Platão", 100 km de diâmetro, Saturno e a grande nebulosa de Órion. Refletor de 310 mm, montagem "de berço". Trata-se, provavelmente, do instrumento mais bem equipado do Brasil. Atualmente instalado no Colégio Christus de Fortaleza, CE.

difusos, pouco luminosos requerem reveladores suaves, como o D-76 (Kodak), as fotos solares, pelo contrário, exigem aqueles de grande contraste, que sejam enérgicos, como o D-19 (Kodak). O mesmo ocorre com os papéis de reprodução já que estes apresentam também gama variada, que deverá ser estudada pelo interessado em função de seus documentos.

PERSPECTIVAS E TECNOLOGIA

Não param no exposto até agora as possibilidades do amador no imenso campo de possibilidades proporcionadas pela tecnologia. Leitor contumaz ou esporádico, o simples folhear de uma revista como *Sky and Telescope, Astronomy, Ciel et Espace, L'Astronomie* etc, terá por certo permitido mostrar ao interessado quão amplas são as áreas em que, mediante a utilização de modernos meios, torna-se possível a obtenção de resultados até bem pouco do domínio da fantasia. Nelas registra-se de pronto que não poucos dos melhoramentos e avanços técnicos realizados nesta última década, e unicamente utilizados pelos profissionais, encontram-se ao alcance — embora oneroso — dos amadores. Melhor ainda: se não é a indústria, o comércio especializado que os colocam no mercado, não são poucos os amadores que os realizam pessoalmente.

Na área abarcada pela astrofotografia, por exemplo, vemos a utilização cada vez mais freqüente da câmara de Schmidt, ou seja, o telescópio exclusivamente fotográfico inventado por B. Schmidt há uns bons 60 anos, e que até bem pouco tempo restrito a alguns poucos observatórios. Esse poderoso auxiliar, depois de se ver construído por ópticos amadores de categoria, encontra-se atualmente à venda no mercado, principalmente americano. Foi, aliás, baseado no seu princípio clássico, que como sabemos emprega uma lâmina corretora, que os atuais e corriqueiros (nos Estados Unidos, pelo menos) "telescópios compostos", os *Schmidt-Cassegrain* viram construídos às centenas ou mesmo aos milhares. Alguns amadores brasileiros dispõem desse instrumento *, por sinal versátil por suas múltiplas utilidades.

---

* Dispusemos, há vários anos de instrumento desse tipo, que se viu roubado quando de um assalto sofrido pelo Observatório do Capricórnio.

Mais pertinente à área solar, o mesmo pode ser dito a respeito de um instrumento algo especializado, o "coronógrafo", ou mais corretamente denominado, "luneta de protuberâncias", que observa e fotografa não a coroa mas a cromosfera solar. Não são raros os amadores que o construíram e o utilizam, fazendo da sensacional invenção de B. Lyot, há quase 60 anos também, um poderoso auxiliar na observação e fotografia da referida região do Sol. Interessados que sempre estivemos nesse astro, procuramos também realizar esse instrumento. Uma ou outra dificulade técnica, mas sobretudo a falta de um filtro auxiliar adequado, têm postergado seu emprego regular. Com relação ao *Sol,* alguns amadores empreendedores têm se voltado para um instrumento algo mais complexo na sua estrutura mas que deixou de ser igualmente inacessível: o *espectrohelioscópio,* que como o nome indica permite a observação do astro do dia através desta ou daquela região do seu espectro, e mesmo fotografá-lo (quando passa a ser *espectroheliógrafo*). Assim, regiões do astro central que até a metade do presente século só podiam ser exploradas nos grandes observatórios solares passam a ser área de ação de não poucos amadores.

Devemos acrescentar, entretanto, que os progressos técnicos têm permitido desde algum tempo a elaboração de filtros especiais, que combinados com elementos ópticos e associados a instrumentos convencionais, possibilitam a obtenção de resultados comparáveis. Têm, entretanto, contra si o fato de, além dos altos custos, terem vida relativamente curta. Nesse particular, embora vetusto quanto às suas origens (viu-se ele concebido no fim do século passado e a bem dizer construído por G.E. Hale e H. Deslandres, respectivamente, na década de 1920) continua sendo a base, a estrutura de toda "estação solar" digna desse nome. É a sua construção e sua ulterior utilização que têm nos absorvido ultimamente como interessados que somos no estudo do *Sol.*

Ainda com relação à fotografia, a entrada em serviço de filmes cuja gama de rendimento, por sinal pronunciadamente larga, viu-se sobremaneiramente ampliada graças ao emprego seja de baixas temperaturas, seja ainda através do processo conhecido como "hipersensibilização". Tais películas, como o "2415", o "T-MAX", o "3200 P", entre outras, além de possuírem, como dito, elevada gama de sensibili-

dade e de resolução, vêm estas últimas acrescidas a níveis jamais imaginados mediante tratamento em que o hidrogênio e o hélio, ou outros gases, sob determinado estado físico. Com isso, o registro de magnitudes estelares até então só acessíveis a grandes aberturas ópticas, tende a ocorrer dentro de condições usuais e através de instrumentos relativamente comuns.

No Brasil, essa técnica de hipersensibilização começa a ter seus adeptos, embora restrita em decorrência dos diversos problemas e dificuldades técnicas a ela relacionados. Não devemos esquecer que o manuseio do hidrogênio, gás altamente explosivo, exige conhecimento de causa. Daí a tendência de misturá-lo em diversas proporções a fim de reduzir-lhe esse efeito negativo. Pequenos telescópios, da ordem de 200 a 250 mm, vêem multiplicadas suas possibilidades mediante o emprego de tal técnica. Magnitudes estelares de outra forma inacessíveis, ou só alcançáveis através de aberturas ópticas mais significativas, passam a ser domínio dos mesmos, sobretudo quando associados a determinados filtros.

Não param aí, entretanto, as conquistas técnicas acessíveis ao amador. Um setor que está dando o que falar, e o que é melhor, conseguiu, tem a participação da eletrônica, da informática, vem ultrapassando as mais risonhas expectativas. Diz ele respeito a dispositivos conhecidos como câmaras CCD* (abreviação do inglês *charge coupled device*, ou "dispositivo de carga acoplada") e que deixou de ser privativa dos profissionais, embora estes utilizem os modelos mais avançados, mais refinados, passando a ser acessório de amadores que dessa forma obtêm admiráveis resultados. Trata-se a bem dizer de multiplicadores de fótons de luz, intensificadores de imagens recebidas através de um fotocátodo que, exposto à luz, libera elétrons, por sua vez acelerados mediante um campo elétrico, vêem-se encaminhados para uma lâmina de vidro perfurada de microscópicos orifícios dispostos como ninhos de abelha. São os canais com um diâmetro extremamente reduzido, da ordem de 12,5 μ em certos modelos. Os elétrons penetram nesses canais golpeando as paredes internas dos mesmos, provocando a emissão de dois ou três elétrons secundários que, por sua vez, liberam a outros secundários. Dessa forma, um único elétron penetrando num

---

* Ver nota à p. 201.

furo ocasiona graças a um efeito cascata a ocorrência de várias centenas à saída! Assim, sempre acelerados por um campo elétrico, essas cargas acabam por chocar-se contra uma tela, ou anteparo recoberto com um luminóforo semelhante àqueles das telas catódicas, reconstituindo-se em luz. Dessa forma, o conjunto da operação vê-se realizado ponto por ponto, uniformemente, por toda a superfície útil. E com isso a imagem formada sobre o fotocátodo vê-se fielmente reproduzida sobre a tela com um ganho em fluxo luminoso podendo ser superior a 10.000! Avalie-se, por conseguinte, o resultado quando acoplado a um telescópio! Os fótons luminosos oriundos de objetos distantes, de nebulosas, vêm-se multiplicados, triplicados, o que permite não só vê-los ampliados mas sobretudo enriquecidos pelos detalhes passíveis de serem fotografados!

Uma das câmaras CCD vê-se cedida por empréstimo ao Observatório do Capricórnio, o que nos permite avaliar sua eficiência (essa câmara é de propriedade do especialista em astronáutica e astrônomo Dr. Junior Torres de Castro). Acoplada ao refletor de 600 mm da Municipalidade, devidamente associada a um circuito de TV, permite projetar imagens inesquecíveis de não poucos objetos observados. Com isso, nebulosas, aglomerados, planetas, a Lua, mostravam-se *ao vivo* e *simultaneamente* a diversos observadores. Fenômenos de ocultações de estrelas pela Lua podem dessa forma ser acompanhados e, o que é melhor, reproduzidos à vontade, estacionados nos seus momentos culminantes, graças aos recursos que a tecnologia permite! Se de grande alcance em trabalhos de pesquisa é inegável que sua importância não é menor quando utilizado para fins pedagógicos. Algumas sessões públicas, por sinal inesquecíveis, em que nosso satélite viu-se alvo de demoradas observações, permitem o conhecimento pormenorizado de algumas de suas regiões que, como mencionado, desfilavam, acompanhadas das explicações de expositores, aos ollhos de dezenas de visitantes . . . !

A evolução técnica sempre presente permitiu a construção de modelos pronunciadamente miniaturizados, extremamente reduzidos, pesando algumas dezenas de gramas que permitem, conseqüentemente, seu acoplamento em pequenos instrumentos, sem perda importante de seu rendimento. Não raro resultados assombrosos têm sido adquiridos através dessas maravilhas técnicas, quando um pequeno re-

fletor de 200 mm, modesto se comparado com os grandes telescópios de observatórios, registra em poucos segundos objetos até então só acessíveis a estes últimos! Poucos, porém, são aqueles que no Brasil podem dispor desses acessórios que como vemos estão revolucionando o conhecimento do universo.

Poderíamos por certo ir mais longe nos comentários acerca do que pode ser feito com equipamentos destinados à observação especializada do Sol. Praticamente inacessíveis se comparados aos instrumentos convencionais, constituem, entretanto, um campo de ação extremamente rico quanto aos resultados. Como não poderia deixar de ser, utilizam outras faixas do espectro eletromagnético normalmente transparente, ou seja o visível. Filtram por assim dizer e deixam passar certas radiações e para tanto caracterizam-se por dispositivos não-convencionais. Sem falar dos filtros especiais e, portanto, de altos preços, eficientes mas de vida útil relativamente curta, mencionamos a título de simples indicação o sistema clássico em que um espectroscópio de longa distância focal vê-se combinado a celostato ou heliostato, dando origem, como vimos, ao citado espectrohelioscópio, e à sua contrapartida fotográfica, o espectroheliógrafo. Raramente, porém, — pelo menos em nosso país — vê-se o mesmo utilizado por amadores, pelo que sabemos. Sempre no Sol ainda, mas já utilizando dispositivos de observação ou, antes, de registro indireto, o emprego de receptores que lembram a radiastronomia, abre um campo não menos interessante muito embora se limite aos efeitos dos fenômenos solares em nossa ionosfera, que como sabemos é extremamente sensível a tudo o que ocorre em nossa luminária. Esses mesmos métodos vêem-se igualmente aplicados no estudo de objetos siderais, evidentemente mais distantes com resultados proporcionais aos meios postos em funcionamento.

Em suma, como podemos verificar são amplos e variados os setores em que resultados não destituídos de interesse se oferecem aos não-profissionais que encontram campo para desenvolver suas inclinações ou mesmo sua habilidade e capacidade.

Uma descrição mais pormenorizada obrigar-nos-ia a sair dos limites do presente trabalho. Acreditamos ter dado, pelo que foi exposto, uma idéia do que pode ser feito por aquele verdadeiramente imbuído

do propósito de *realmente* realizar algo de útil nos vários campos que o estudo do céu proporciona. Cabe a ele desenvolver o melhor de seus esforços para consegui-lo efetivamente. Ao fazê-lo terá por certo contribuído para sentir-se plenamente satisfeito mas, muito mais do que isso, prestado seu apoio ao desenvolvimento de nossa ainda incipiente astronomia não-profissional.

E tal perspectiva, em nossa opinião, é altamente meritória e justificada.

10
ÚLTIMAS PALAVRAS

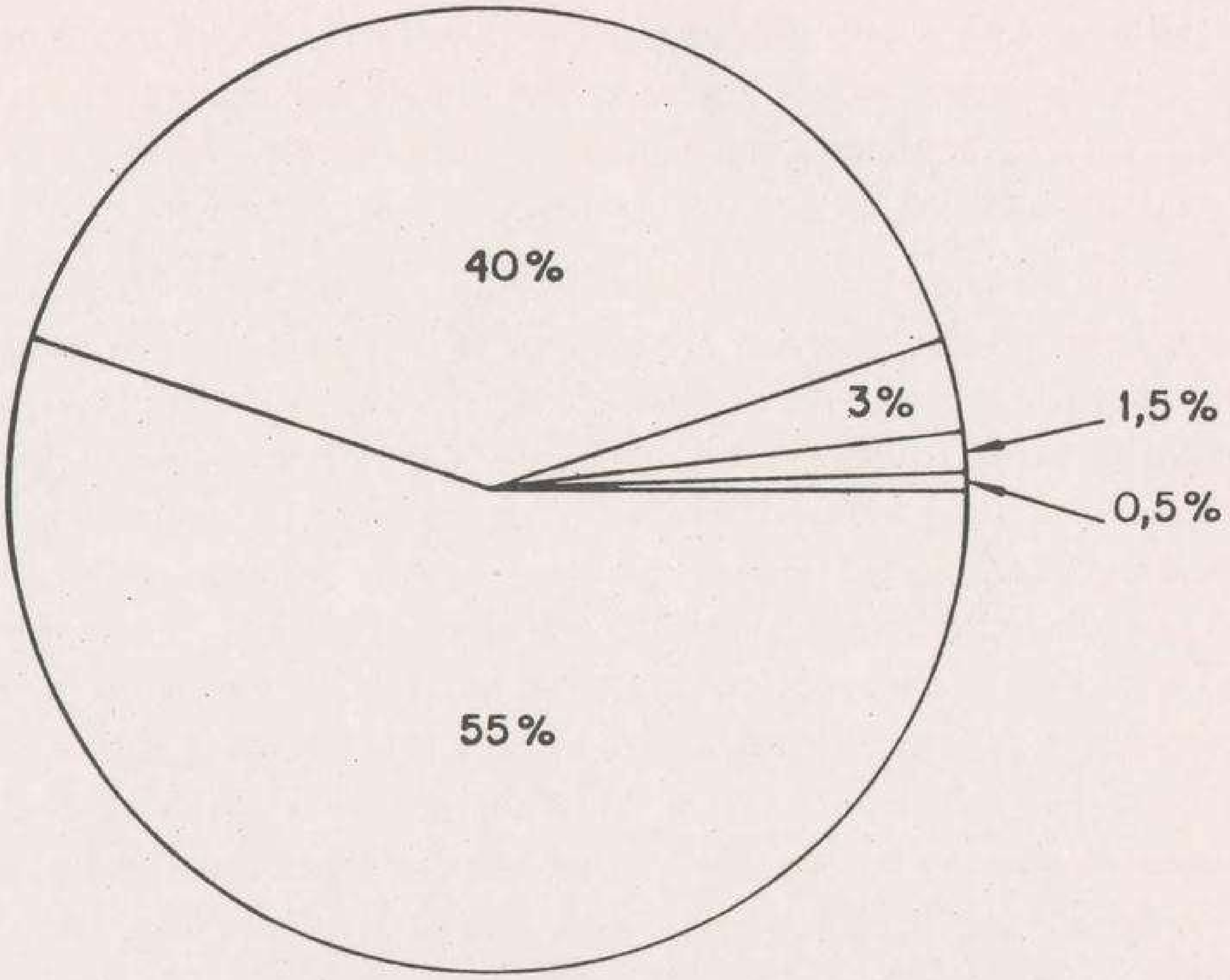
Chegamos ao fim de nossa exposição. Como acenado nas primeiras páginas, não se teve a intenção de abarcar todo o assunto mas sim de fornecer uma orientação prática, experimental de alguns de seus aspectos. Por demais complexa quando examinada em profundidade, oferece ela, contudo, condições de satisfazer todo aquele que, não satisfeito com a leitura de obras de caráter descritivo, intenta conhecê-lo de mais perto, em algumas de suas variantes.

Salvo melhor juízo, de nossa parte, é o presente trabalho o primeiro que se faz em nosso país, dirigido a amadores. Hesitou-me, há que confessar, em redigi-lo em decorrência da multiplicidade de aspectos que a área apresenta. Até alguns anos atrás, isso teria sido provavelmente prematura. Falar de instrumentos, de óptica, de acessórios etc, afigurava-se impróprio. Hoje, muito embora ainda o mercado se revele incipiente, nota-se um interesse significativo, principalmente por parte de jovens. Telescópios, lunetas, binóculos são freqüentemente encontrados e, muito embora caros, são eles adquiridos. Por outro lado, fundam-se grupos, clubes, associações amadorísticas, vários são os "boletins astronômicos" que revelam um interesse a nosso ver meritório. Cidades têm demonstrado receptividade à possibilidade de se verem

dotadas de "observatórios municipais" e isso, há que admiti-lo, revela amadurecimento e permeabilidade à cultura. Com isso, inúmeras opções não só de lazer mas de sadio entretenimento educacional, cultural vêem-se proporcionadas àqueles que, atraídos pelas belezas do céu, procuram uma explicação ou desenvolver suas inclinações.

Não se tratou — registre-se tal fato — de fazer obra erudita, completa. Abriu-se apenas o caminho para aquele que, de posse de um pequeno instrumento ou interessado em construir um, procura dar uma finalidade ao mesmo. Limitados que fomos por restrições de espaço não nos foi possível, contudo, estender-nos mais demoradamente acerca dos inúmeros aspectos que a astronomia observacional, ou mesmo instrumental oferecem. Nosso trabalho, um "abc", visou orientar e, quem sabe, despertar o interesse de não poucos, jovens ou maduros que, inúmeros, sabemos existir. Aliás, a bem da verdade, ele não é de hoje. Numa tentativa de refletir tal estado de coisas, baseados que estamos em nossa já longa experiência no setor, elaboramos o que poderíamos chamar de "termômetro", visando avaliar tal interesse. Um velho hábito nosso costuma distinguir a participação verificada entre duas classes distintas: a do "amador de astronomia" e aquela do "astrônomo amador". A primeira, muito numerosa, parte ponderável, mas nem sempre ativa, da maior parcela; a segunda, mais reduzida por ser mais exigida, dispõe não raro de equipamentos importantes, contribuindo ou pelo menos participando ativamente dos acontecimentos celestes. As últimas parcelas de nosso "termômetro" vêem-se ocupadas, como aliás não poderia deixar de ser, por um número mais restrito de participantes uma vez que, como ocorre em todos os campos das atividades humanas, a astronomia tende a tornar-se extremamente complexa se analisada ou praticada em profundidade.

Foi, pois, com o intuito de dinamizar o setor correspondente ao maior percentual de nossa estatística que o presente trabalho viu-se elaborado. Esperamos com isso ver aumentado o número daqueles que, dispondo de equipamentos por vezes modestos, participem ativamente dos diversos programas de colaboração de inúmeras associações, sobretudo internacionais, ou mesmo observatórios profissionais que se acham abertos à contribuição de amadores ativos.



PANORAMA DA ASTRONOMIA NO BRASIL (seg. o autor)

55%	**Astronomia popular:** "Amadores de Astronomia" (curiosidade, despertar para o céu...)
40%	**Astronomia como passa-tempo (hobby)**
< 3%	**Astrônomos amadores ativos**
< 1,5%	**Astrônomos amadores de pesquisa**
< 0,5%	**Astrônomos profissionais**

(Nota: Os percentuais são apenas aproximados).

Acreditamos que algo precisava ser feito nesse sentido. O caminho está, assim, aberto, àqueles que, mais bem dotados do que nós, souberem preencher os inúmeros vazios que por diversas razões não pudemos ou soubemos evitar.

Ficam aqui os agradecimentos sinceros à Editora PAPIRUS pela magnífica oportunidade proporcionada no sentido de preencher uma lacuna de há muito existente na bibliografia astronômica nacional, oportunidade essa, sem dúvida, pioneira e digna de ser continuada.

Jean Nicolini

11

QUADRO DAS 88 CONSTELAÇÕES ATUALMENTE ADMITIDAS, SEGUNDO O ATLAS DA UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL (1930)

	Nome português	*Abre-viatura*	*Nome latino*
1	Águia	Agl	Aquila
2	Altar	Ara	Ara
3	Andrômeda	And	Andromeda
4	Aquário	Aqr	Aquarius
5	Ave do Paraíso	Aps	Apus
6	Balança	Lib	Libra
7	Baleia	Cet	Cetus
8	Boeiro	Boo	Bootes
9	Buril	Cae	Caelum
10	Bússola	Pyx	Pyxis (nauticus)
11	Cabeleira de Berenice	Com	Coma Berenices
12	Cães de Caça	C Vn	Canes Venatici
13	Camaleão	Cha	Chamaeleon
14	Cão Maior	C Ma	Canis major
15	Cão Menor	C Mi	Canis minor
16	Capricórnio	Cap	Capricornus
17	Caranguejo	Cnc	Cancer
18	Carneiro	Ari	Aries
19	Cassiopéia	Cas	Cassiopeia
20	Cavalinho	Equ	Equuleus

	Nome português	*Abreviatura*	*Nome latino*
21	Cefeu	Cep	Cepheus
22	Centauro	Cen	Centaurus
23	Cisne	Cyg	Cygnus
24	Cocheiro	Aur	Auriga
25	Compasso	Cir	Circinus
26	Coroa Austral	Cr A	Corona Austrina
27	Coroa Boreal	Cr B	Corona borealis
28	Corvo	Crv	Corvus
29	Cruzeiro do Sul	Cru	Crux
30	Dragão	Dra	Draco
31	Eridano	Eri	Eridanus
32	Escorpião	Sco	Scorpius
33	Escudo de Sobieski	Sct	Scutum (Sobiescanum)
34	Escultor	Scl	Sculptor
35	Espadarte	Dor	Dorado
36	Fênix	Phe	Phoenix
37	Flecha	Sge	Sagitta
38	Fornalha (ou Forno)	For	Fornax
39	Gêmeos	Gem	Gemini
40	Girafa	Cam	Camelopardalis
41	Golfinho	Del	Delphinus
42	Grou	Gru	Grus
43	Hércules	Her	Hercules
44	Hidra (fêmea)	Hya	Hydra
45	Hidro (macho)	Hyi	Hydrus
46	Índio	Ind	Indus
47	Lagartixa	Lac	Lacerta
48	Leão	Leo	Leo
49	Leão Menor	L Mi	Leo minor
50	Lebre	Lep	Lepus
51	Lince	Lyn	Lynx
52	Lira	Lyr	Lyra
53	Lobo	Lup	Lupus
54	Máquina Pneumática	Ant	Antlia

	Nome português	*Abreviatura*	*Nome latino*
55	Mesa	Men	Mensa
56	Microscópio	Mic	Microscopium
57	Mosca	Mus	Musca
58	Ofíuco	Oph	Ophiuchus
59	Oitante	Oct	Octans
60	Órion	Ori	Orion
61	Pavão	Pav	Pavo
62	Pégaso	Peg	Pegasus
63	Peixe Austral	Ps A	Piscis Australis
64	Peixe Voador	Vol	Volans
65	Peixes	Psc	Pisces
66	Perseu	Per	Perseus
67	Pintor	Pic	Pictor
68	Pomba	Col	Columba
69	Popa	Pup	Puppis
70	Querena	Car	Carina
71	Raposinha	Vul	Vulpecula
72	Régua	Nor	Norma
73	Relógio	Hor	Horologium
74	Retículo	Ret	Reticulum
75	Sagitário	Sgr	Sagittarius
76	Serpente	Ser	Serpens
77	Sextante	Sex	Sextans
78	Taça	Crt	Crater
79	Telescópio	Tel	Telescopium
80	Touro	Tau	Taurus
81	Triângulo	Tri	Triangulum
82	Triângulo Austral	Tr A	Triangulum australis
83	Tucano	Tuc	Tucana
84	Unicórnio	Mon	Monoceros
85	Ursa Maior	U ma	Ursa major
86	Ursa Menor	U mi	Ursa minor
87	Vela	Vel	Vela
88	Virgem	Vir	Virgo

BIBLIOGRAFIA

Pobre ao extremo em nosso país, a bibliografia referente ao telescópio, entretanto, é riquíssima em inglês, alemão, francês ou mesmo castelhano. Indicamos abaixo algumas obras que poderão atender satisfatoriamente o tema por parte do interessado.

AMATEUR ASTRONOMER HANDBOOK — J.B. Sidgwick — Faber and Faber, Ltd. London — Inglaterra. Óptica, montagens, acessórios etc de grande valia para o amador (em inglês).

AMATEUR TELESCOPE MAKING — 1.º vol. — Scientific American, New York.

AMATEUR TELESCOPE MAKING — Adv. (2.º vol.) — *idem.*

AMATEUR TELESCOPE MAKING — 3.º vol. — *idem.*

Conjunto atendendo os mais variados setores do telescópio, desde a óptica à montagem, inúmeros tópicos sobre equipamentos, acessórios, abrigos, cúpulas etc. Recomendado para o principiante como para o amador avançado (em inglês).

LA CONSTRUCTION DU TELESCOPE D'AMATEUR — J. Téxéreau — Paris — França. Uma das melhores obras sobre a construção do telescópio do amador. Uma 2.ª edição, rapidamente esgotada, enriqueceu ainda mais seu conteúdo (em francês e em castelhano).

L'OPTIQUE ASTRONOMIQUE — Jean Terrien — Presses Universitaires de France — Paris (em francês).

LOS TESOROS DEL FIRMAMENTO — F. Ziquel — Editorial MIR — Moscou — URSS (tradução castelhana). Pequeno, porém utilíssimo repositório de descrições celestes.

LUA, DEGRAU PARA O INFINITO — Rubens de Azevedo — EDART — SP. Obra comparável à anterior, recomendada para o observador interessado no satélite.

LUNETTES ET TELESCOPES — A. Danjon e A. Couder — Revue d'Optique — Paris. Uma nova edição (a 1.ª data de 1935) atualiza uma das melhores obras sobre a óptica e o telescópio (em francês).

MARTE, O PLANETA DO MISTÉRIO — Jean Nicolini — EDART — SP. O ABC da areografia — Introdução ao estudo do planeta Marte, a areografia. Obra anterior, como as precedentes, às conquistas da era espacial. As obras e contribuições referentes tanto à Lua como a Marte são inumeráveis, principalmente em inglês (Edição esgotada).

NEW HANDBOOK OF THE HEAVENS — H.J. Bernhard, D.A. Bennet e H.S. Rice — A Mentor Book — New American Library. New York — USA (em inglês). Pequeno volume contendo variados e úteis capítulos sobre o céu, sua observação etc.

OBSERVATIONAL AMATEUR HANDBOOK — do mesmo autor e mesmo editor. Complemento natural do anterior, com programas de trabalho observacional.

POUR OBSERVER LE CIEL — Ab. T. Moreaux — G. Doin & Cie. Paris — França (em francês). Pequeno manual de observação astronômica.

SELENE, A LUA AO ALCANCE DE TODOS — Rubens de Azevedo — Pincar — SP. A primeira obra em português a tratar do satélite.

SURVEY OF THE MOON — P. Moore — Eyre & Spottiswoode (Publishers) Ltd. — London — Inglaterra. Excelente manual do observador lunar.

THE HISTORY OF THE TELESCOPE — H.C. King, Sky Publishing Corp. Cambridge, Mass. USA.

THE MOON — H.P. Wilkins e P. Moore — Faber and Faber, Ltd. — London — Inglaterra. Trata-se, provavelmente, da mais completa obra acerca da Lua. Inclui no texto, reduzido, o grande mapa lunar de 7 metros realizado pelos autores.

THE PLANET JUPITER — Excelente estudo do gigante do Sistema Solar, elaborado antes do envio das diversas sondas não-tripuladas a Júpiter.

THE PLANET SATURN — Obra igualmente anterior ao envio dos engenhos que estudaram de perto o planeta anelado.

As obras e contribuições referentes ao universo sideral, galático e extra-galático são inumeráveis por constituir o campo da astronomia profissional.

Inúmeras revistas tratam dos tópicos referentes aos diversos campos da Astronomia. Entre estas:

ASTRONOMY (USA).

ASTRUM — Agrupacion Astronomica de Sabadel — España.

CIEL ET ESPACE — Órgão da AFA — França.

L'ASTRONOMIE — Órgão oficial da SAF — França.

SKY AND TELESCOPE — Mensal — Sky Publishing Corporation — 149 State Bay Road — Cambridge, Mass., USA.

SONNE — Mitteilungsblatt der Amateursonnenbeobachter — Germany (sobre atividades solares).

THE JOURNAL — Boletim da BAA — Inglaterra.

THE JOURNAL (Strolling Astronomer) — Boletim da ALPO — USA.

GLOSSÁRIO

Pequeno repositório de termos pertinentes à astronomia e à óptica incluídos a título de orientação para o leitor não-familiarizado com alguns dos termos incluídos no texto do presente trabalho ou mesmo de outros eventualmente lidos.

A

ABERRAÇÕES (Cromática, esférica, astronômica, da luz)

Cromática — Formação de uma imagem por uma lente com franjas coloridas ocasionadas por uma variação do índice de refração do vidro e decorrente do comprimento de onda das diversas radiações que compõem a luz, ocasionando dispersão de ordens diversas.

Esférica — Distorção da imagem fornecida por uma lente ou espelho, ocasionada pelos raios luminosos que sob ângulos desiguais não convergem exatamente no mesmo ponto, ou *foco.*

Astronômica, da luz — Variação na posição aparente de um astro, ocasionada pelo deslocamento do observador ligado à Terra. Ela se decompõe em *aberração diurna* muito reduzida e uma *aberração anual* que faz descrever em um ano e cada estrela uma elipse ao redor de sua posição média, e cujo semi-eixo maior, pa-

ralelo à eclíptica é igual a 20" 47', é chamada *constante da aberração.*

AFÉLIO — Corresponde ao "apoastro" de um corpo orbitando ao redor do Sol. O menor distanciamento corresponde ao "periélio" (periastro).

ALBEDO — Relação entre a luz recebida e refletida por um planeta, um satélite ou objeto esférico. Ex.: o albedo lunar é da ordem de 6%, de Venus, 76%.

ANALEMA — Figura em forma de "oito" horizontal, alongado, representando a "equação do tempo", a marcha aparente do Sol, representada nos globos terrestres e quadrantes solares.

ÅNGSTRÖM(Å) — A unidade de comprimento utilizada nas medidas de comprimento de onda, equivalente a 10^{-10} m = 10^{-8} cm = = 10^{-4} μ, assim chamada em homenagem ao físico sueco *A.J. Angström.*

ANO — Medida de tempo: ordinariamente avaliada como sendo o tempo requerido pela Terra para percorrer inteiramente sua órbita ao redor do Sol. Na realidade, o significado desse termo precisa ser especificado, já que ocorrem vários tipos de ano, os principais sendo os seguintes:

1) *Ano civil* — que tem o valor de 365,2425 dias solares médios. Três anos sucessivos comportam 365 dias, e o 4.º, ou *ano bissexto,* 366. Os anos seculares (que terminam em dois zeros) não são bissextos a menos que seus milésimos (milésimo = número correspondente a um ano qualquer, 1990, 1991...) sejam divisíveis por 400 (segundo as regras do calendário gregoriano, atualmente em uso);

2) *Ano trópico ou solar* — Intervalo médio entre duas passagens sucessivas do Sol pelo *ponto vernal (ponto gama,* γ), equinócio do outono (da primavera, no H. Norte), que representa 365.24220 dias solares médios. É ele que regula o retorno periódico das estações;

3) *Ano sideral* — Intervalo de tempo decorrido entre duas passagens sucessivas do Sol pelo mesmo ponto da esfera celeste, o

que equivale a 365,2564 dias solares médios. A diferença entre os anos sideral e trópico que equivale a 20 minutos e 23 segundos de tempo médio é devida ao deslocamento do ponto γ resultante da *precessão dos equinócios.*

ANO-LUZ — Que diz respeito à distância percorrida pela luz no vácuo, durante um ano, à velocidade aproximada de 300.000 km/seg, e correspondente a cerca de 9,500 bilhões de quilômetros. Trata-se de uma unidade de distância e não de tempo. Exemplos: segundo/luz (pouco menos da distância Terra-Lua), 8 min-luz (pouco menos daquela da Terra ao Sol), 4 anos-luz (pouco menos do vazio que separa o Sol de Rigil Kentaurus etc.

APEX — Ponto da esfera celeste para o qual se dirige o Sol e seu sistema, à razão de 20 km/s. Fica ele situado na constelação de Hércules.

APOGEU — Maior afastamento de um satélite artificial ou da Lua, em suas revoluções ao redor da Terra. O mesmo com o Sol com relação à Terra. O oposto de "perigeu", menor afastamento. Também se diz "apoastro" e, para a menor distância, "periastro".

ASCENSÃO RETA — Uma das duas coordenadas equatoriais (a outra é a *declinação*). Ângulo do círculo horário de um astro com o do ponto γ, contado em horas, minutos e segundos de tempo, de 0 a 24 horas. Corresponde no céu às longitudes terrestres em que o ponto γ é o meridiano de Greenwich. É representada pela letra *alfa* (α) do alfabeto grego.

ASTIGMATISMO — Defeito das lentes imperfeitamente esféricas ou do olho, causado pela existência de curvaturas diferentes em dois planos perpendiculares entre si, ocasionando a formação de um mesmo ponto a distâncias diferentes nesses dois planos e resultante distorção. O astigmatismo do olho é corrigido mediante o emprego de vidros (lentes) cilíndricos.

ASTROLÁBIO — Instrumento astronômico inventado por *Hiparco* (sec. II a.C.) para medir a altura de um astro, acima do horizonte, e que sucessivamente aperfeiçoado deu origem a um sem-número de modelos utilizados em diversas disciplinas (de pêndulo, de prismas, esférico, impessoal de Danjon, náutico etc).

ASTRONÁUTICA — Ciência de navegação fora da atmosfera terrestre. Conhecida também por cosmonáutica, espaçonáutica.

ASTRONOMIA — Do grego, *astron,* astro, e *nonos,* lei. Ciência que estuda os astros, ou literalmente, os seus movimentos. Astrololgia, de *astron,* astro, e *logos,* ciência. Enquanto esta estagnou no tempo aquela continua evoluindo. O prefixo *astro* é utilizado na formação de sem--número de palavras associadas a numerosas áreas ou setores pertinentes à astronomia (astrometria, astrógrafo etc).

AZIMUTE — Uma das coordenadas locais ou horizontais. Distância angular avaliada sobre o horizonte a partir de um ponto de origem, em Astronomia, do Sul, no sentido dos ponteiros do relógio, ou no sentido inverso (ou retrógrado) até o círculo vertical que passa por um ponto dado da esfera celeste. Em Astronomia é contado de 0° a 360°.

Montagem azimutal — que permite varrer o horizonte, o azimute, e a altura.

C

CÂMARA (de Schmidt) — Telescópio de grande abertura relativa (curto f/D) que no seu modelo original é utilizado unicamente na fotografia do céu. Inventada por *B. Shmidt,* reúne a vantagem do espelho esférico (grande campo) sem seus defeitos (aberração esférica) e soma a do espelho parabólico — imagens perfeitas não só no eixo óptico, no centro do campo mas em todo ele. Isso através de uma *lâmina corretora* colocada exatamente no *centro de curvatura* do espelho via de regra de curto f/D (da ordem de f/D: 2.5 a f/D:2 nos modelos clássicos, mas que pode alcançar f/D:1 ou mesmo menos em certos casos, sem que defeitos ou as aberrações habituais sejam notadas. Para tanto, a lâmina corretora, que à primeira vista parece ser plana, tem pelo contrário ligeira deformação numa das faces (a externa) cujo perfil, de imperceptível depressão, é de ordem a compensar as aberrações correspondentes do grande espelho primário. Com isso, a rapidez e luminosidade desse sistema óptico permite a obtenção de extensas áreas através de exposições bastante reduzidas cujos resultados revolu-

cionaram a fotografia astronômica. O mesmo princípio de espelhos de grande abertura relativa (curto f/D) associado à lâmina corretora permitiu a sua aplicação em telescópios ditos "compostos", como o conhecido e versátil *Schmidt-Cassegrain,* em que o secundário é realizado na superfície interna da lâmina corretora, permitindo a obtenção de longos f/D (da ordem de 10) impraticáveis nos "Newtonianos" convencionais. Os conhecidíssimos "C8" (Celestron, Dinamax. . .) utilizam tal disposição que possibilitam, como sabido, tubos curtíssimos, da ordem de 0,5 metro, ou menos, e que podem comportar-se quase como *Schmidts* puros mediante a utilização de "corretor óptico" (f/D = 5).

CASSEGRAIN — Telescópio idealizado por J. Cassegrain (1625-1712) em que um parabolóide de abertura geralmente compreendida entre 4 e 7 vê-se combinado com secundário hiperbolóide e com isso possibilitando longo f/D resultante. Com isso, aumentos mais elevados que o proporcionado pelo "Newtoniano" clássico podem ser obtidos, com oculares mais simples e portanto menos custosos. A notar que o *Cassegrain* não é um telescópio de grande campo, comportando-se nesse particular como um refrator de longo foco, sendo particularmente indicado na observação lunar e planetária. A título de exemplo, o clássico e antigo refletor de 300 mm do Observatório do Capricórnio, "aberto" a f/D = 5,7 quando em "newtoniano", tem um f/D = 23 em sua disposição *Cassegrain,* ou seja uma distncia focal de 6.920 mm, uma vez que o primário tem uma abertura igual a 4 x 5,7.

CEFEIDA — Estrela variável sujeita a expansão e contração periódicas cujo protótipo é a "alfa" de *Cefeu.*

CELOSTATO — Literalmente "céu parado". Dispositivo óptico-mecânico onde espelhos (geralmente dois) planos refletem os raios solares em direção a um sistema óptico convencional (normalmente lentes) projetam uma imagem do astro do dia, permitindo sua observação e análise mediante emprego de diversas técnicas e dispositivos (espectroscópio, fotográfico etc). O "Pavilhão Solar" do Observatório do Capricórnio dispõe de instrumento desse tipo, ao nosso ver o mais eficiente dentre todos aqueles utilizados na

observação do Sol, já que permite manter o astro numa posição fixa seja qual for sua altura acima do horizonte.

COMPRIMENTO DE ONDA — Distância que no espectro eletromagnético caracteriza a frente de uma onda de outra no seu nível máximo. Caracteriza-se por apresentar um valor que varia na razão inversa da freqüência, que será maior no seu comprimento quanto menor a freqüência, e vice-versa. No espectro, a faixa abarcada pela luz visível encontra-se abarcada entre 4.000 e 7.000 Å, enquanto a freqüência varia de 7×10^{14} a 4×10^{14} Hz.

CONJUNÇÃO — Aproximação relativa de dois ou mais astros entre si. Aproximação aparente entre um planeta e a Lua, um planeta e outro planeta, uma estrela, um planeta e o Sol etc. Tais aspectos podem, então, ser geocêntrico, heliocêntrico, inferior, superior, tríplice.

COORDENADAS ASTRONÔMICAS — Todo sistema de coordenadas permitindo determinar as direções e as posições dos diferentes astros. Os mais empregados são as *horizontais, horárias, equatoriais, eclípticas, galáticas.*

COROA SOLAR — Região externa do Sol visível quando dos eclipses totais desse astro ou através de instrumentos especiais. Composta de plasma extremamente rarefeito, revela a coroa solar possuir temperaturas extremamente elevadas, da ordem de 1,5 a 2,0 milhões de graus C.

D

DECLINAÇÃO — Distância, arco de círculo horário de um astro e o equador. Conta-se de 0° a 90°, sendo positiva (+) para o Norte, e negativa (−) para o Sul. É representada pela letra *delta* (δ) do alfabeto grego.

DIA — Duração da rotação da Terra ou de outro planeta em redor de seu eixo de rotação; intervalo de tempo entre o nascer e o pôr do Sol, apresentando por isso diversidades: Terra = 86.400 segundos ou 24 horas siderais, Lua = 14 dias terrestres, Venus = 243 dias etc.

DIAFRAGMA — Processo de redução da abertura óptica a fim de obter menor luminosidade, corrigir parcialmente aberrações. A notar que diafragmar uma objetiva, um espelho resulta em redução do poder de resolução dos mesmos.

DISCO DE DIFRAÇÃO (de Airy) — Parte central que ocorre entre os anéis da imagem de uma estrela no foco de um instrumento, principalmente de um refrator clássico. De sua análise, obtêm-se elementos exatos não só da óptica que a forma como também do comportamento da atmosfera (turbulência) no momento da observação.

DISPERSÃO — Em óptica, característica do comportamento de radiações luminosas ao atravessar uma lente.

E

ECLÍPTICA — Plano da órbita terrestre; círculo máximo da esfera celeste; trajetória aparente do Sol, da Lua entre as estrelas; seu nome vê-se associado aos eclipses somente possíveis quando a Lua se encontra muito próxima da mesma.

EFEITO WILSON — Aspecto de depressão apresentado pelos núcleos das manchas solares ao alcançarem o limbo do astro. Revelam, como muitas vezes observado pelo autor, excentricidade variável que poderia significar, no seu entender, desníveis reais e não-ilusórios como suposto. Fenômeno constatado pela primeira vez por *A. Wilson* (1769).

EIXO HORÁRIO — Num telescópio, o eixo principal, paralelo ao eixo de rotação da Terra. O mesmo que eixo polar.

ELEVAÇÃO — *De evectio* (do latim = elevar) — Diz respeito a uma das aparentes irregularidades, por sinal a mais importante, do comportamento da Lua e ocasionada por atração solar na excentricidade de sua órbita. Foi ela descoberta no século II de nossa era, por *Ptolomeu*. Aparentemente sem sentido, a origem latina especifica a exatidão do cálculo ao máximo de suas possibilidades.

ELONGAÇÃO — Posicionamento de um planeta, (como Mercúrio, Vênus com relação ao Sol), ou de um satélite ao redor do qual

gira (de Júpiter, de Saturno) quando observados da Terra. Pode ela ser ocidental ou oriental quando, então, o máximo de afastamento ocorre (49°, para Venus, 29°, para Mercúrio) podendo ocorrer nos períodos matutino e vespertino.

EQUADOR — O ponto de latitude zero. Grande círculo determinado pela interseção do plano do equador terrestre com a esfera celeste. Plano fundamental das coordenadas equatoriais.

EQUATORIAL (MONTAGEM) — Instrumento instalado segundo o princípio do equatorial, cujo eixo horário, ou polar encontra-se paralelo ao eixo do mundo (igual à latitude do lugar).

EQUINÓCIO — Instante em que o Sol atravessa o equador celeste. Cada um dos dois pontos de interseção da eclíptica e do equador celeste. O diâmetro que os associa é a linha dos equinócios. Equinócio = *equi* + *nox* = noites iguais (com relação aos dias).

ESPECTRO — Decomposição de um conjunto de radiações ou de ondas eletromagnéticas segundo seus diferentes comprimentos de ondas, ou freqüências. Espectro de emissão, de absorção, contínuo etc etc.

ESPECTRÓGRAFO, ESPECTROHELIOSCÓPIO, ESPECTROHELIÓGRAFO — Equipamentos físicos, constituídos de óptica, fendas, redes de difração e/ou prismas destinados à observação e ao registro fotográfico dos espectros das estrelas, do Sol a fim de permitir a análise das condições físicas existentes nesses astros.

F

FÁCULA — Do latim = pequena tocha. Extensão não raro filamentosa que ocorre na fotosfera solar. Prenuncia quase que sempre a formação de manchas, sendo particularmente visíveis quando de boas condições da turbulência atmosférica. Têm as fáculas habitualmente vida mais longa que as manchas.

FLT — Sigla em português de *TLP* (do inglês, *Transient Lunar Phenomena,* ou Fenômeno Lunar Transiente — Na Lua, fenômenos luminosos de curta duração (de vários segundos cerca de dez, quinze minutos) freqüentemente registrados por observadores categorizados e que marcaram época na história da Selenografia.

Ocorrem eles em diversas regiões do satélite, sobretudo em determinadas formações (Aristarco, Ticho, Plutão. . .) não sendo porém muito freqüentes, senão mesmo raros no quadrante Sudeste. Apresentam tonalidades e características que vão do avermelhamento, azulamento, escurecimento, névoas etc, cuja detecção é muito facilitada quando realizada através de determinados filtros (vermelhos e azuis). Quando das missões "Apollo" um organismo internacional, amparado pela Smithsonian Institution e pela NASA, o LION (Lunar International Observers Network), Rede Internacional de Observadores Lunares, viu-se organizado e cerca de 18 observadores brasileiros (entre os quais o autor do presente) a fim de contribuirem com suas observações no levantamento das áreas e formações lunares sujeitas a tais eventos. Embora reais, a origem assim como as causas dos mesmos não estão de todo especificadas, podendo elas ser ocasionadas por fenômenos de exudação de gases oriundos das camadas do solo lunar (atividade vulcânica, por conseguinte) como também em decorrência da ação solar sobre o solo do satélite desprovido, como sabido, de atmosfera protetora.

FOUCAULT — (Figura, teste, método de) — Todo astrônomo amador, óptico fazedor de espelho, conhece esse nome, grande nome da Óptica *(Léon Foucault, 1810-1868)* que além de generalizar o uso do vidro na confecção de espelhos, inventou o método de controlar e determinar com grande precisão a sua avaliação. A fucotagem, o fucograma, ou seja o registro gráfico, ou fotográfico desse método, permite a avaliação qualitativa da curvatura em seus diversos estágios, quando iluminada por uma fonte pontual de luz colocada — note-se bem — não exatamente no centro de curvatura, mas um pouco à direita, paralelamente, como exigido na prática, mediante a introdução de um obstáculo opaco, transversal, não só no ponto exato do foco, mas também aquém e além deste último, a superfície do espelho tende a revelar em escala extremamente nítida, e da ordem do milhonésimo de polegada, todo e qualquer senão (depressão ou elevação) existente na mesma e que pode ser avaliado pelo óptico que, dessa forma, tem condições de conhecer o rumo a dar ao seu trabalho e a correção final exigida pelas leis da Óptica. O método de "bordo-de-faca" como é

conhecido utiliza uma delgada lâmina metálica, uma lâmina de barbear, clássica, é geralmente a mais utilizada, é utilizado não só na avaliação e análise dos espelhos mas também, e de maneira igualmente precisa, no posicionamento exato da película sensível quando da fotografia astronômica, principalmente de longa pose.

G

GNÔMON — Primeiro dispositivo a fornecer ao homem o fluxo do tempo, a hora solar verdadeira, e que permitiu, com apreciável precisão, determinar a latitude do lugar assim como a obliquidade da eclíptica. Os obeliscos egípcios podem ser considerados como autênticos gnômons. Atualmente está mais ou menos associado à gnomônica, arte e técnica de construir quadrantes solares.

GRANDEZA — Classificação não mais utilizada na determinação do brilho aparente de um astro, particularmente de uma estrela. Foi a mesma substituída por "magnitude" que corresponde melhor à finalidade. Diz-se também de eclipses lunares e solares parciais para exprimir o percentual da área abarcada do astro eclipsado.

GRANULAÇÃO — Diz respeito ao aspecto irregular, de "grão de arroz", revelada pela fotosfera solar. Correspondem esses grânulos à coluna da matéria solar que possuem dimensões da ordem de 300 a mais de 1.000 km, em constante agitação mas de vida bastante efêmera, de poucos minutos.

GRAVITAÇÃO — Força que em decorrência da propriedade da matéria tende a atrair os corpos um para o outro segundo certa norma, verdadeira lei, estabelecida por *Newton,* em 1685, na razão direta das massas postas em jogo e na razão inversa do quadrado das distâncias que as separam. Seu conhecimento e, sobretudo, sua aplicação permitiu melhor avaliação e compreensão do equilíbrio e estabilidade existentes no Sistema Solar.

GREGORY (Telescópio de) — Disposição óptica inventada por *James Gregory,* em 1663, e que em princípio é comparável à de *Cassegrain.* Apresenta ela, entretanto, uma disposição que a bem dizer é responsável pelo desuso que a mesma experimenta atualmente.

Se, no sistema *Cassegrain* o secundário hiperbólico, ou eventualmente elíptico, vê-se colocado *no interior* do foco do primário principal, condição esta que encurta consideravelmente senão o caminho do cone de luz resultante, pelo menos o tubo do instrumento, na disposição de *Gregory* esse secundário fica colocado *no exterior, fora* desse cone. Em outras palavras, se o secundário do *Cassegrain é convexo,* o de *Gregory é côncavo*. Ao nosso ver, se tal disposição é desvantajosa para telescópio de grande porte, ela não o é para os de pequeno ou mesmo médio já que sua utilização propiciaria a seu emprego algo mais disseminado na observação de objetos terrestres uma vez que a disposição de *Gregory* mostra os objetos não invertidos mas naturalmente eretos. Há vários anos, o óptico *J. Scarel* montou uma seqüência de "Gregorianos" com abertura, se nos lembramos bem, da ordem de 120 mm que fizeram época já que pequenos no tamanho eram grandes no comportamento! Tivemos, em tempos idos também, a tal disposição adaptada no nosso velho refletor Newton-Cassegrain de 300 mm com resultados igualmente satisfatórios.

H

HALE — (George Ellery) — Especialísta na observação do Sol, aperfeiçoou o *espectroheliógrafo* e inventou o *espectrohelioscópio,* e com isso tornando-o mais popular, ou mesmo mais acessivo ao amador. Encontramo-nos atualmente empenhados na construção desse último instrumento que, como sabido, permite o acesso à cromosfera solar. *Hale* foi o grande impulsionador da criação dos famosos observatórios Yerkes, Mt. Wilson e Mt. Palomar, todos nos Estados Unidos.

HIPÉRBOLE — Uma das seções cônicas que pode ser definida como sendo uma curva descrita num plano por um ponto que se desloca de modo tal que a diferença de suas distâncias a dois pontos fixos desse plano, ou seja seus focos, seja igual a um comprimento constante. A *hipérbole* pode também ser definida como o lugar dos pontos de um plano cuja relação das distâncias a um dos focos e a uma reta associada chamada *diretriz,* seja igual a uma constante superior a 1, ou seja, a sua excentricidade. Admite ela

dois eixos de simetria perpendiculares e duas assímptotas. Grande número de Cometas, provavelmente a maioria, têm órbitas hiperbólicas.

HORIZONTE — Círculo máximo obtido pela interseção da esfera celeste com o plano horizontal do lugar. Em outras palavras: o círculo que une e serve de base à esfera celeste. É uma das coordenadas locais.

L

LATITUDE — No sistema de coordenadas esféricas a distância (em graus) de um ponto ao plano fundamental, no caso mais usual o equador. É ela positiva (+) para o Norte e negativa (—) para o Sul. Pode ela ser geocêntrica, heliocêntrica, areográfica, areocêntrica (Marte), à Lua, aos planetas, à galáxia etc.

LENTE — Dispositivo que faz convergir ou divergir raios luminosos que o atravessam. No que nos diz respeito, meio transparente, geralmente de vidro, limitado por duas superfícies habitualmente curvas. São as lentes classificadas segundo a natureza de suas superfícies (biconvexas, bicôncavas, plano-convexas etc). Os centros das esferas às quais pertencem as superfícies das lentes são chamados *centros de curvaturas* e a linha que as liga é denominada *eixo, eixo óptico.* Um feixe de luz, paralelo, passa a ser *convergente se ela convexa* e *divergente* se for *côncava.* O ponto de convergência, ou de divergência, de um feixe paralelo ao eixo óptico é chamado *foco.* Lente *acromática* — Sistema de lentes constituído de duas ou mais lentes calculado de forma a corrigir a aberração cromática. A notar que o acromatismo absoluto não é obtido com um sistema de duas lentes. Para tanto, faz-se necessário um sistema de pelo menos *três* lentes (triplex).

LIBRAÇÃO — Ligeiro balanceio da Lua que permite a observação de 59% de sua superfície visível e parte da invisível, decorrente daquelas em longitude, latitude e diurna.

LIMITE (de *ROCHE*) — Distância mínima a que se encontra sujeito um satélite em sua órbita ao redor de um planeta. É ela da ordem

de 2,49 vezes o raio do planeta. No caso da Lua, nosso satélite precisaria se aproximar a menos de 18 mil quilômetros para sofrer seus efeitos e romper-se em pedaços. É o que provavelmente provocou o sistema de anéis de Saturno e que deverá ocasionar, a dar crédito às previsões dos especialistas, a destruição de *Triton* um dos satélites de *Netuno* num remotíssimo futuro.

LONGITUDE — No sistema de coordenadas esféricas, a distância de um ponto fundamental, a partir de uma direção de origem, em princípio de 0° a 180°. Na Terra, a partir do meridiano 0 (Greenwich) sendo ela Oeste ou Leste. Em Marte, a partir de Forked Bay, ou "Furca" etc. Longitudes geocêntrica, heliocêntrica, hermeocêntrica (Mercúrio) selenográfica, zenocêntrica (Júpiter) etc etc.

LUA — Referência ao satélite da Terra e, por extensão, a todos os satélites do Sistema solar.

LUNETA — Denominação dada habitualmente ao refrator, cuja objetiva é constituída de uma lente dupla, normalmente de *crown* e de *flint*. Uma *ocular* completa o conjunto.

A luneta, tal como é conhecida na Astronomia, experimentou diversas modificações até seu estado atual. Do primitivo modelo "de Galileu", constituída de uma única lente convergente e outra (a ocular) divergente, surgiu aquela que poderíamos chamar "de *Kepler*", já que esse astrônomo preconizou o emprego de uma ocular "convergente", convexa, o que foi materializado por *Rheita*, e por *Scheiner*. Em pleno século XVII (1650), *Campani* melhorou ainda mais o rendimento, ao empregar ocular de *duas* lentes, o que permitiu fazer com que a luneta passasse a ser efetivamente "*astronômica*".

M

MAGNITUDE — Índice da radiação recebida de um astro. Substitui atualmente a antiga e incorreta "grandeza", atribuída às estrelas, que não correspondia ao fluxo efetivo já que a magnitude pode ser

absoluta e relativa. Outrossim o número que se vê atribuído à magnitude poderá ser tanto maior quanto menor for o brilho do astro em apreço, podendo ser ela ainda avaliada por um número negativo ou positivo. Exemplo: caso do Sol, que tem uma magnitude *aparente* igual a $-27.^{a}$, se fosse colocada a uma distância-padrão de 10 pcs (*Vide* "Parsec"), o seu brilho absoluto mal seria superior à $5.^{a}$ magnitude ($4{,}85.^{a}$).

MESSIER — Catálogo, objetos Messier — Lista de objetos siderais do céu profundo, organizada por *C. Messier*, e que contém a descrição de 103 objetos galáticos observados com um refrator de 80 mm e aos quais numerou e prefixou com a letra M até hoje conservados.

METEORITO — Denominação dada ao fragmento de meteoróide que ao atravessar a atmosfera terrestre não se viu consumido pelo atrito resultante. Podem os meteoritos apresentar as mais variadas dimensões, assim como diferentes composições (metálicos, rochosos...), pesando alguns gramas até toneladas. A *E. Chladni* que atribuiu origem extra-terrena aos meteoritos e a *J-B. Biot* que confirmou tal origem no começo do século passado, que se deve a avaliação correta desses importantes fragmentos da matéria que, segundo se admite atualmente, é contemporânea da formação do Sistema Solar, há 4,7 bilhões de anos.

METEORO — Fenômeno luminoso que ocorre na atmosfera em decorrência do atrito de partículas materiais — meteoróides — vindas do espaço exterior.

MICRÔMETRO — Aparelho destinado à medida precisa de ângulos muito pequenos, que na sua forma clássica é constituída de um fio móvel deslocado mediante parafuso de finíssimo passo e associado a um tambor milimetrado. Ao se distanciar de outro fio fixo, fornece ao observador a distância angular de uma dupla física, de um detalhe planetário ou lunar. Outros modelos utilizam sistemas ópticos, constituídos de lentes, prismas etc.

MONTAGEM — Estrutura mecânica destinada ao suporte de um sistema óptico utilizado na observação do céu. São dois os tipos

de montagem utilizados: a azimutal (ou altazimutal) e a equatorial, essa última com diversas disposições, todas elas obedecendo ao mesmo princípio. Enquanto a primeira só oferece uma alternativa, a segunda tem várias: alemã, de berço, mista, de ferradura, de forca (ou de garfo), Springfield...

N

NODO — Interseção da órbita de um astro com o plano da eclíptica; a linha dos nodos é o diâmetro da esfera celeste, interseção do plano da órbita e do plano da eclíptica. Nodo ascendente, nodo descendente, passagens do hemisfério Norte para o Sul e vice-versa, respectivamente.

NOVA — SUPERNOVA — Alteração brutal do brilho de uma estrela decorrente de violentas alterações de sua estrutura interna assim como da categoria e estágio de evolução em que se encontram esses astros. No caso das "novas", a luminosidade normal é multiplicada por um fato da ordem de 10.000 vezes, enquanto que no segundo, este pode ser da ordem de 100 milhões de vezes superior, sendo outrossim mais raras (cerca de 300 a 400 anos) e tendo lugar em galáxias exteriores a nossa, a Via Láctea.

O

OCULAR — Em princípio, a ocular é uma lupa destinada a ampliar a imagem formada por um sistema óptico convergente, lente ou espelho. Se nos primórdios da óptica astronômica (princípios do século XVII) contentou-se em ser simples, constituída de um único vidro, com o tempo evoluiu a ponto de ser, atualmente, um verdadeiro complexo óptico, com vários elementos associados. Inúmeras como são, citamos as principais: de Huygens (negativas), de Ramsden (positivas) de Kellner (semi-corrigidas), de Mittenzwey, (monocêntrica), de Plöss, as "ortoscópicas" (= "sem aberrações") etc.

OCULTAÇÃO — Ocultação de um astro por outro, ocultação de estrelas pela Lua, de satélites por um planeta (Júpiter), de estrelas

por um planeta, por um planetóide (asteróide). Ocultação parcial, ocultação razante.

P

PARÁBOLA — Curva de seção cônica descrita por um ponto que se desloca de tal modo que a sua distância a um ponto fixo (*foco*) seja constantemente igual a uma reta fixa, a *diretriz*. Órbita parabólica (como a de vários cometas), ou em forma de parábola. Paraboloíde de revolução, espelho cuja forma corresponde a setor de parábola.

PARALAXE — Diferença na direção, ou deslocamento na posição aparente de um corpo devido a mudanças de posição de um observador. A determinação da paralaxe de um astro, de uma estrela permite a determinação da distância em que se encontram.

PARALELO — Na Terra, círculo paralelo ao equador, associado aos pontos de igual latitude.

PARSEC — De "paralaxe-segundo" (paralaxe igual a 1 segundo). Equivale em distância a 3.26 anos-luz (206.265 UA — unidades astronômicas, ou a distância Terra-Sol) ou cerca de 40 trilhões de quilômetros. É abreviado com o símbolo *pc*, e seus múltiplos são quiloparsec (kpc) e megaparsec (mpc), correspondentes a mil e um milhão de pcs, respectivamente.

PASCAL — No Sistema Internacional de Unidades, unidade de pressão exercida por uma força de um *newton* (N = força aplicada a uma massa ocasionando aceleração de 1 metro/seg^2, ou 9,8 N, correspondente a 102 gramas, num lugar onde a intensidade da gravidade for dessa ordem).

PASSAGEM — Trânsito de um astro pelo meridiano; passagem meridiana. Passagem de satélite diante do planeta ao redor do qual gravita, de Vênus, de Mercúrio diante do Sol etc.

PÊNDULO — Relógio que indica a hora sideral, com oscilações e regularidade obtidas através de pêndulo compensador ou de mercúrio, a fim de compensar as dilatações causadas pelas variações da pressão atmosférica.

PLANETÁRIO — Instrumento que reproduz os aspectos do céu, os movimentos dos astros não só do momento mas também do passado e do futuro, graças a complexo mecanismo associado a inúmeros sistemas ópticos de projeção.

PLASMA — Denominação dada por *Langmuir* à matéria que num estado particular compõe o interior das estrelas e, por extensão, às galáxias, à matéria-prima que constitui o universo. Gás num estado onde temperaturas e pressões extremas dão origem às reações termo-nucleares características responsáveis pela energia liberada pelas estrelas.

PÓLO — Extremidade do eixo imaginário ao redor do qual a Terra, um planeta, realiza seu movimento de rotação. Pólo Sul, Norte, pólo frio geomagnético etc.

PRECESSÃO DOS EQUINÓCIOS — Movimento de rotação retrógrada da linha dos *equinócios* sobre o plano da *eclíptica* de 50" por ano (uma volta em 25.800 anos), devido ao fenômeno de precessão causado pela atração do Sol sobre a dilatação equatorial da Terra. Suas conseqüências mais importantes são: a diferença entre as durações do *ano trópico* e o *ano sideral,* o deslocamento dos pólos celestes com relação às constelações e a lenta modificação das coordenadas celestes das estrelas, o deslocamento do ponto (gama) e dos signos do Zodíaco entre as constelações vizinhas da Eclíptica.

PRISMA — Elemento de seção triangular composto de matéria transparente à luz, utilizado e que desvia os raios incidentes dispersando-os segundo seus diferentes comprimentos de onda. Exemplo: o vidro para a luz visível, o quartzo para os raios ultravioletas e as radiações vizinhas das infravermelhas.

PROTUBERÂNCIA — Projeção da matéria solar em geral sob a forma de chama de tonalidade rosada, extremamente móvel que se destaca da cromosfera, não raro até grandes distâncias do Sol. As variações de atividade das protuberâncias são comparáveis àquelas das manchas solares da fotosfera. São unicamente visíveis quando dos eclipses solares totais ou através de instrumentos especiais

(coronógrafo, espectroheliloscópio, filtros seletivos monocromáticos etc).

R

RADIAÇÃO — De um modo geral, emissão de quaisquer raios, de movimento ondulatório ou de partículas (Ex.: partículas "alfa", "beta", nêutrons) provenientes de uma fonte. Num sentido particular, emissão de ondas eletromagnéticas, do espectro visível, aquém e além do visível etc (raios X, ultravioletas, infravermelhos, cósmicos etc).

REDE (DE DIFRAÇÃO) — Dispositivo utilizado para decompor um feixe de raios luminosos, de raios X ou de outras ondas eletromagnéticas em radiações de diferentes comprimentos de ondas, a fim de produzir seus espectros. À semelhança de uma sucessão de finíssimas fendas paralelas equidistantes (os traços paralelos, equidistantes) nos quais a largura (das fendas) é da mesma ordem que o comprimento de onda da radiação incidente. Pode-se fabricar tais redes traçando-se traços paralelos equidistantes sobre uma lâmina de vidro plano (rede plana por transmissão) ou sobre um espelho metálico esférico côncavo (rede côncava). Técnicas modernas conseguem redes em que elevado número de traços (de 600 a 30.000 por mm) vêem-se gravados. A notar que quanto maior o número de traços maior será a dispersão. Possuímos rede de difração de 1.200 tr/mm suscetível de uma resolução da ordem de 0,2 Å que deverá ser utilizada no nosso futuro espectrohelioscópio.

REFLETOR — Denominação dada aos telescópios de reflexão, de espelho, cuja característica principal é de não apresentarem aberração cromática.

REVOLUÇÃO — Movimento periódico orbital de um astro ao redor de um corpo principal (Ex.: anomalística, draconítica, sinódica etc).

ROCHE (LIMITE DE) — Condições a que está sujeito um satélite que ao redor de um planeta alcança distância equivalente a 2,5

vezes o raio do citado planeta, ocasionando sua destruição e eventual formação de anéis. Estabelecidas matematicamente por *E. Roche.*

S

SAROS — Período de 6.585 dias, ou 18 anos 10 ou 11 dias permitindo assegurar a predição dos eclipses com grande regularidade. Um saros abarca em média um total de 43 eclipses do Sol e 28 eclipses da Lua. Utilizado pelos Caldeus somente para os eclipses da Lua uma vez que consideravam os do Sol irregulares quanto à sua ocorrência na região.

SATÉLITE — Corpo celeste gravitando numa órbita elíptica, segundo as leis de *Kepler,* ao redor de um planeta principal. Ex.: A Lua ao redor da Terra. Satélite artificial, meteorológico, de comunicações etc).

T

TRÂNSITO — O mesmo que "passagem", ref. ao deslocamento de um astro de pequenas dimensões diante de um maior. (Ex.: de Mercúrio, de Vênus, de um satélite de Júpiter etc).

V

VARIÁVEL (ESTRELA) — Estrela cuja luz apresenta variabilidade. Curva de luz de uma "variável", variável de curto, de longo período, "cefeida" variável irregular etc.

VELOCIDADE (DE FUGA, DE ESCAPE) — Velocidade mínima para um corpo libertar-se da atração gravitacional de um corpo maior ao redor do qual gravita ou sobre o qual se encontra. Essa velocidade se revela cada vez maior à medida que o corpo ou campo gravitacional se revelar mais intenso.

VIDRO (ÓPTICO) — Vidro cuja composição o torna indicado às finalidades ópticas. (Ex.: *crown, flint, pyres, duran, zerodur, cerâmico (cervit)* etc).

Z

ZODÍACO — Nome pelo qual é conhecida a larga faixa que circunda a eclíptica. Decorre ele do fato de englobar constelações com nomes de animais: Peixes, Carneiro, Touro, Caranguejo, Leão... (*Zoom*, animal, em grego). Tanto o Sol, como a Lua, os principais planetas (mas não Plutão, os asteróides) atravessam o zodíaco.

ZONA — Divisão de área apresentada por Júpiter e Saturno, delimitada pelas faixas.

INFORMAÇÕES ÚTEIS AOS INTERESSADOS EM ASTRONOMIA

A) Sociedades, Clubes de Astronomia com que você poderá manter intercâmbio e receber um boletim de atividades:

1. Sociedade Brasileira dos Amigos da Astronomia — Rua General Sampaio, 1.128, 60000 Fortaleza, CE — Edita o Boletim "Zodíaco";

2. União de Amadores de Astronomia — Alameda dos Guatás, 1.705, 04053 São Paulo, SP — Edita um boletim de atividades;

3. Observatório do Cruzeiro do Sul — C.P. 10.061, 90000 Porto Alegre, RS — Edita o boletim "O Espaço";

4. Clube de Astronomia Boca do Monte — Rua Dr. Valentim Fernandes, 65, 97100 Santa Maria, RS — Edita o boletim "Universo";

5. Observatório do Capricórnio — "Monte Urânia" — Distritos de Sousas/Joaquim Egídio — C.P. 27, 13130 Campinas, SP.

B) Observatórios que editam anuário astronômico:

1. Observatório Nacional CNPq (Biblioteca) — Rua General Bruce, 586, ZC-08, 20921 Rio de Janeiro, RJ — Solicite preço;

2. Observatório do IAG (Biblioteca) — C.P. 30.627, 01000 São Paulo, SP — Solicite preço;

C) ATLAS DE ASTRONOMIA — CARTAS DO CÉU — UBA, Rua Francisco Lacerda, 455, Várzea, 50000 Recife, PE — Solicite preço.

D) Fabricantes de Telescópios, peças avulsas etc.

1. Nilo Perissinoto — Alameda dos Guatás, 1.705, 04053 São Paulo, SP. Vários tamanhos de telescópios, espelhos, oculares, vários tipos de montagens etc;
2. Nelson Sevilio — Av. Horacio Laffer, 288, Itaim Bibi, 04538 São Paulo, SP — Telescópios de 120, 150, 200, 250 e 300 mm completos com montagem azimutal ou equatorial, peças avulsas etc.

E) CURSO DE ASTRONOMIA — Local para informações a respeito de um Curso Oficial de Astronomia: Observatório do Valongo (UFRJ), Ladeira Pedro Antonio, 43, Saúde, ZC-05, 20080 Rio de Janeiro, RJ.

F) PLANETÁRIOS DO BRASIL:

1. Planetário Municipal do Rio de Janeiro — Av. Leonel França, 240, Gávea, 22451 Rio de Janeiro, RJ;
2. Planetário Municipal de São Paulo — Parque do Ibirapuera, São Paulo, SP, Tel. 71-3860;
3. Planetário Batista Pereira — Av. Ipiranga com Ramiro Barcelos, 90000 Porto Alegre, RS;
4. Planetário Prof. Francisco J.C. Ribeiro — Colégio Estadual do Paraná, 80000 Curitiba, PR;
5. Planetário de Florianópolis — Bairro de Trindade, Cidade Universitária da UFSC, 88000 Florianópolis, SC;
6. Planetário da UFG — 74000 Goiânia, GO;
7. Planetário da UFSM — 97100 Santa Maria, RS;
8. Planetário de Campinas — Parque Taquaral, Campinas, SP, Tel. (0192) 31-0555 (ramal 341);
9. Planetário do UFPP — CAMPUS — João Pessoa, PB.

Impressão e Acabamento

GRÁFICA E EDITORA FCA

com filmes fornecidos pelo editor.

AV. HUMBERTO DE ALENCAR CASTELO BRANCO, 3972 - TEL.: 419-0200
SÃO BERNARDO DO CAMPO - CEP 09700 - SP

A Coleção "Universus" põe ao alcance dos estudiosos e aficcionados, de forma simples e amena, as mais variadas abordagens sobre Astronomia.

Procurando trazer ao público obras de estudiosos brasileiros, dentro de uma abordagem didática, a coleção, por seu espírito divulgador e pedagógico, tem resultado em textos dinâmicos e agradáveis.

As escolhidas ilustrações vem dar as obras um valor documental e explicativo, que, aliadas à sua objetividade tem merecido uma boa acolhida pelo público.

Volumes da Coleção

Fundamentos de Astronomia-Romildo P. Faria

Os Cometas - Nelson Travnik

Introdução à Cosmologia e Astrofísica-Laércio Fonseca

Manual do Astrônomo Amador-Jean Nicolini

MANUAL DO ASTRÔNOMO AMADOR

- Como observar o céu e seus movimentos.
- A utilização de equipamentos ópticos-suas técnicas e funcionamento.
- Orientação para se usar cálculos e medidas no campo da observação óptica.
- Conselhos e dicas úteis para a localização de corpos celestes e utilização de equipamentos.
- O Telescópio - como funciona-seu rendimento-técnicas de manutenção-COMO CONSTRUIR SEU TELESCÓPIO.
- Os Planetas-como observá-los e reconhecê-los.
- Meteoros e Cometas-como registrá-los.
- O Céu e a fotografia-A Astrofotografia-Instalação de Câmaras-utilização de filmes.

papirus
EDITORA